
3 1761 04734395 9

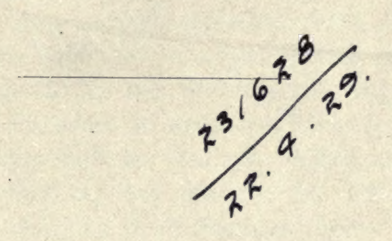
Die wirtswechselnden Rostpilze

Versuch einer Gesamtdarstellung ihrer biologischen Verhältnisse

von

enrich

H. Klebahn



Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
SW 11 Dessauerstrasse 29
1904

Druck von A. Hopfer in Burg.



Vorwort.

Die Literatur über die wirtswechselnden Rostpilze ist in zahlreichen, teils leicht, teils schwer zugänglichen Publikationen zerstreut. Bei meinen Arbeiten über den Wirtswechsel empfand ich das Bedürfnis, die bereits festgestellten Tatsachen, namentlich die mit den einzelnen Arten ausgeführten Versuche in bequemer, übersichtlicher Form beisammen zu haben, und begann daher schon vor Jahren auf Grund einer Durchsicht der gesamten Literatur eine Zusammenstellung aller wesentlichen Beobachtungen auszuarbeiten. Diese Zusammenstellung, allmählich ergänzt und möglichst vervollständigt, bildet die Grundlage des vorliegenden Buches, und der Gedanke, dass dieselbe anderen, die über die wirtswechselnden Rostpilze arbeiten oder sich in dem gegenwärtig ziemlich verwickelt gewordenen Gebiete derselben orientieren wollen, ähnliche Dienste leisten könne, wie sie mir geleistet hat, gab die Veranlassung zur Veröffentlichung desselben.

Es schien aber wünschenswert zu sein, nicht bloss die einzelnen Tatsachen zusammenzustellen, sondern auch die allgemeinen Gesichtspunkte, welche das Studium dieser Rostpilze nach und nach ergeben hat, zu sammeln und den Versuch zu machen, in zusammenhängender Darstellung ein Gesamtbild vom gegenwärtigen Stande ihrer Biologie zu entwerfen. So entstand der allgemeine Teil dieser Schrift.

Manche ungelöste Frage drängte sich während der Bearbeitung auf. Nur wenige konnte ich selbst zu lösen versuchen, wenn nicht der endliche Abschluss des Ganzen ins Ungewisse verzögert werden sollte. Besondere Sorgfalt wurde der Vorgeschichte des Wirtswechsels zugewandt, und ich hoffe, dass dieselbe im folgenden in mehreren Punkten vollständiger erscheint, als sie bisher dargestellt ist; dennoch bleiben auch hier fühlbare Lücken. Es ist wahrscheinlich, dass auch in den übrigen Teilen trotz der aufgewandten Mühe einzelne Beobachtungen, deren Berücksichtigung wünschenswert gewesen wäre, übersehen sind. Man wolle dies wegen der Fülle des vorliegenden Materials entschuldigen; übrigens werde ich für ergänzende und berichtigende Mitteilungen jederzeit dankbar sein.

Von einer Anordnung der Pilze innerhalb der Gattungen nach einem natürlichen System ist in den meisten Fällen abgesehen. Eine gründliche

morphologische Vergleichung sämtlicher Arten wäre zwar sehr erwünscht, konnte aber für das Vorliegende nicht mehr ausgeführt werden. Die Anordnung ist daher in der Regel nach den Nährpflanzen erfolgt.

Die Nomenklatur betrachte ich als Mittel zum Zweck, nicht als Selbstzweck. Ohne die Nützlichkeit des Prioritätsprinzips zu verkennen, halte ich daher tunlichst an den eingebürgerten Namen fest; wo Änderungen nötig erschienen, habe ich die veränderten Namen zweckmässig zu gestalten versucht. Manche Schwierigkeiten bereitete es, den Namen der Nährpflanzen die Autorennamen beizufügen, weil die Bearbeiter der Pilze diese vielfach fortgelassen haben.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, dankbar der fördernden Hülfe zu gedenken, die mir im Laufe meiner Uredineenarbeiten, und direkt oder indirekt auch für die vorliegende Arbeit zu Teil geworden ist, namentlich von Seiten der Hamburgischen Botanischen Staatsinstitute, der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin, der Bibliotheken zu Hamburg, Bremen, Berlin, Göttingen, München, Strassburg, Kopenhagen und nicht in letzter Linie durch Mitteilungen und Materialzuwendungen von Seiten zahlreicher Fachgenossen.

Hamburg, September 1903.

Inhaltsverzeichnis.

2. Spezieller Teil.

Fortsetzung der chronologischen Liste (S. 12).

155.	1903	*Puccinia Mei-mammillata*	Bubák . . . . . . Semadeni	Vermutung 1900
156.	„	„ *argentata*	Bubák	
157.	„	*Melampsorella Symphyti*	„	
158.	„	*Puccinia Polygoni vivipari* . . .	Tranzschel	
159.	„	„ zu *Aecidium Trientalis* . .	„	
160.	„	*Ochropsora Sorbi*	„	

Berichtigung zu S. 11 der chronologischen Liste.

107.	1898	*Puccinia obtusata*	Fischer
108.	„	„ *Elymi*	Rostrup

Berichtigung einiger Druckfehler.

S.	11	Zeile	3	von oben	lies	*Puccinia* statt „ (*Melampsora*).
„	28	„	1	„ „	„	e) statt d).
„	59	„	8	„ unten	„	Schroeter statt Schroeder.
„	224	„	20	„ oben	„	*Triticum „unicum“* statt *„unicum“*.
„	226	„	20	„ „	„	1875 statt 1876.
„	240	„	16	„ „	„	Beih. statt Beitr.
„	249	„	6	„ unten	„	*Trisetum flavescens* statt *Trisetum „flavescens“*.
„	283	„	5	„ „	„	*Rumex hybridus* statt *Rumex hybridum*.
„	297	„	1	„ oben	„	*Carex stricta* Good. statt *Carex stricta* L.
„	299	„	4	„ „	„	„ „ „ „ „ „ „

Literatur.

In den Citaten im Texte bedeuten die Zahlen der Reihe nach Bandnummer, Jahreszahl und Seitenzahl. Abweichungen oder Vereinfachungen werden leicht als solche erkannt werden. Die in eckigen Klammern [ ] befindlichen Seitenzahlen beziehen sich auf Sonderdrucke. Bei mehreren der selteneren Bücher ist im folgenden angegeben, aus welchen Bibliotheken ich dieselben erhalten habe. Was ich nicht selbst einsehen konnte oder nur aus Referaten kenne, ist mit n. v. bezeichnet. Die übrigen Schriften habe ich grösstenteils, soweit ich sie nicht als Sonderdrucke der Liebenswürdigkeit der Verfasser verdanke, in den Hamburger wissenschaftlichen Staatsinstituten, sowie in den Stadtbibliotheken zu Hamburg und Bremen vorgefunden. Die Arbeiten der einzelnen Verfasser sind chronologisch geordnet.

Aarhus Aviser 1817. n. v.

Mc. Alpine, D., *The Life-history of the Rust of Wheat.* Dep. of Agric. Victoria Bull. 14. 1891. n. v.

— *Rust in Wheat during the Dry Season of 1897.* Agric. Gazette of New South Wales 9. 1898. 1421.

Anderson, A. P., *Comparative Anatomy of the normal and diseased organs of Abies balsamea affected with Aecidium elatinum.* Botan. Gazette 24. 1897. 309.

Appel, O., (Notiz über Roestelia cancellata). Jahresbericht d. Sonderausschuss. für Pflanzenschutz 1899. 156.

Arthur, J. C., *Hollyhock Disease and Cotton-Plant.* Science Jan. 2. 1885, s. Journ. of Myc. 1. 1885. 27.

— *Cultures of Uredineae* in 1899. Bot. Gaz. 1900. 268—276.

— *Chrysanthemum Rust.* Bull. 85. Indiana Agric. Exper. Station. 1900. 143.

— *The Asparagus Rust.* Thirteenth Annual Report of the Indiana Agric. Exper. Station for 1899—1900. (1901).

— *New Species of Uredineae.* Bull. Torr. Bot. Club 28. 1901. 661.

— *Clues to Relationship among heteroecious Plant Rusts.* Bot. Gaz. 33. 1902. 63.

— *The Uredineae occurring upon Phragmites, Spartina and Arundinaria in America.* Botan. Gazette 34. 1902. 1.

— *Cultures of Uredineae in 1900 and 1901.* Journal of Mycology 8. 1902. 51.

— *Cultures of Uredineae in 1902.* Bot. Gaz. 35. 1903. 10—23.

— *Problems in the Study of Plant Rusts.* Bull. Torrey Bot. Club. 30. 1903. 1.

— *The Aecidium as a Device to restore Vigor to the Fungus.* 23. ann. Meet. Soc. Prom. agric. Science 1903.

Arthur, J. C. and **Holway,** E. W. D., *Descriptions of American Uredineae.* Bull. from the Lab. of Nat. Hist. of the State Univ. of Jowa 4. 1898. 377 5. 1901. 171; 5. 1902. 311.

Ascherson, P. und **Graebner,** P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Bd. 2 1898—1902.

Bandi, W., *Beiträge zur Biologie der Uredineen* (*Phragmidium subcorticium* (*Schrank*) *Winter, Puccinia Caricis-montanae Ed. Fischer*). Hedwigia. 42. 1903. 118—152.

Bagnis, C., *Osservazioni sulla vita e morfologia di alcuni funghi Uredinei.* Atti della R. Accademia dei Lincei. Roma 1875. Ser. 2. Vol. 2. n. v.

Bailey, L. H., *Cyclopedia of American Horticulture.* London 1900—1902.

Banks, J., *A short Account of the Cause of the Disease in Corn, called by the Farmers the Blight, the Mildew and the Rust.* Annals of Agricult. 43. 1805. 521. London. [Nach dem Catalog of Scientif. Papers auch abgedruckt oder referiert in *Nicholson,* Journ. of nat. Philos. London 10. 1805. 225; *Tilloch.* The Philos. Magazine. London 21. 1805. 320; Annals of Botany 2. 1806. 51]. n. v.

— Von der Ursache der Krankheit im Korn, welche den Landwirten unter den Namen von Brand, Meltau oder Rost bekannt ist. Aus einem Aufsatz des Herrn J. Banks vom 30. Jan. 1805 mit 2 Kupfern. Magazin aller neuen Erfindungen, Entdeckungen u. Verbesserungen etc. 6 Bd. 5 St. (1805) 264. Stadtbibl. Hamburg. [S. auch Krünitz, Oecon. Encycl. 127. 1819. 368; Landw. Zeitung 1806. 1.]

Barclay, A., *On the Life-History of a new Aecidium on Strobilanthes Dalhousianus Clarke.* Scient. Mem. by med. Off. of the Army of India 2. 1886. Calcutta 1887. 15—27.

— *Aecidium Urticae Schum var. himalayense.* Daselbst 29—38. n. v.

— *Descriptive List of the Uredineae occurring in the neighbourhood of Simla.* Journ. Asiatic. Society of Bengal. Calcutta 56. 1887. 350; 58. 1889. 232; 59. 1890, 75. n. v.

— *On the Life-History of a Himalayan Gymnosporangium* (*G. Cunninghamianum n. sp.*). Scientif. Memoirs by med. Offic. of the Army of India 5. 1890. 71. n. v.

— *On the Life-History of a remarkable Uredine on Jasminum grandiflorum* L (*Uromyces Cunninghamianus* n. sp.) Transact. Linn. Soc. London 3. 1891. 141.

— *On the Life-History of Puccinia coronata, var. himalensis.* Daselbst 227.

— *On the Life-History of Puccinia Jasmini-Chrysopogonis.* Daselbst 237.

— *Rust and Mildew in India.* Journ. of Bot. 30. 1892. 349.

de Bary, A., *Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen mit Rücksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen.* Berlin 1853.

— *Recherches sur le développement de quelques champignons parasites.* Ann. Scienc. nat. 4. sér. 20. 1863.

— *Untersuchungen über die Entwickelung einiger Schmarotzerpilze.* Im Auszug mitgeteilt. Flora 1863. 177.

— *Über einen neuen, in der Mark und in Hannover beobachteten, der Kiefer verderblichen Pilz, Caeoma pinitorquum.* Monatsber. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1863. 624.

— *Neue Untersuchungen über die Uredineen, insbesondere die Entwickelung der Puccinia graminis und den Zusammenhang derselben mit Aecidium Berberidis.* Daselbst 1865. 25.

de Bary, A., *Neue Untersuchungen über Uredineen.* Daselbst 1866. 211. Französ. Ann. Sc. nat. 5 ser. 5. 1866. 262.

— *Über den Getreiderost.* Annalen der Landwirtschaft i. d. K. Preuss. Staaten 45. 1865. 148.

— *Über den Krebs und die Hexenbesen der Weisstanne (Abies pectinata* DC.*).* Bot. Zeitung 1867. 257.

— *Besprechung von Rabenhorst Fungi Europaei exsiccati Cent. XVI. 1872.* Daselbst 1873. 431.

— *Notiz über Cronartium Ribicola.* Daselbst 1875. 119.

— *Aecidium abietinum.* Daselbst 1879. 761. Französ.: *Sur l'Aecidium abietinum* Ann. Sc. nat. 6. sér. 9. 208. 1878.

— *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze* etc. Leipzig 1884.

Beck, G., R. v. **Mannagetta**, *Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder.* Engler u. Drude, Die Vegetation der Erde 4. Leipzig 1901.

Begtrup, G., *Bemerkungen über die englische Landwirthschaft, gesammelt auf einer Reise in England in dem Jahre 1797.* Deutsch von P. Jochims. Kopenhagen u. Leipzig 2 Bde. 1804. Kgl. Bibl. Berlin.

Beijerinck, M. W., *Over het cecidium van Nematus Capreae.* Versl. en Mededeel. K. Akad. v. Wet. Afd. Natuurk. 3 R. 3. 1887. 11.

Berthold, G., *Die geschlechtliche Fortpflanzung der eigentlichen Phaeosporeen.* Mitteil. Zool. Station Neapel. 2. 1881. 401.

Blomeyer, *Vom Versuchsfelde des landwirtschaftl. Instituts zu Leipzig.* Fühling's landwirtsch. Zeitung 25. 1876. 405.

Blytt, A., *Bidrag til kundskaben om Norges soparter.* IV. Christiania Vid. Selsk. Forh. 1896. No. 6.

v. Bönninghausen, C., *Über die schädliche Wirkung des Sauerdorns.* Mögliner Annalen der Landwirtschaft 4. 1818. 280. n. v. Das Wesentliche abgedruckt in Funke (s. unten).

Bolle, C., *Aecidium Berberidis auf fremden Berberis-Arten, aber nicht auf Mahonia-Arten.* Sitzgsb. Bot. Ver. Prov. Brand. 17. 1875. 76.

Bolley, H. L., *The heteroecismal Pucciniae.* Americ. Monthly Microsc. Journ. 10. 1889 (s. Journ. of Mycol. 5. 1889. 167).

— *Wheat Rust.* Bull. Agric. Exp. Stat. Indiana No. 26, July 1886. n. v.

— *Note on the Wheat Rust.* Americ. Monthly Micr. Journ. 11. 1890. 59 (nach Journ. of Myc. 6. 1891. 80).

— *Wheat Rust: is the infection local or general in origin?* Agric. Science Vol. 5, 1891. n. v.

— *Einige Bemerkungen über die symbiotische Mycoplasmatheorie bei den Getreiderosten.* Centralbl. f. Bact. 2. Abteil. 4. 1898. 855, 887, 913.

— *Flax Wilt and Flax-Sick Soil.* North Dakota Agr.-Exp. Stat. Bull. 50. 1901.

Borggreve, B., *Über die Haide. Beobachtungen und Folgerungen.* Abh. naturw. Verein Bremen 3. 1872. 217.

Bourdeau, L., *Conquête du monde végétal.* Paris 1893.

Braun, A. (berichtet über Örsted's Versuche). Gesellsch. naturf. Freunde Berlin 15. Jan. 1867, s. Botan. Zeitung 1867. 94.

Brebner, G., *Experiments with Gymnosporangium Juniperi.* Journ. of Botany 26. 1888. 218.

Brefeld, O., *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze.* III. 1877. 202; IV. 1881. 168.

— *Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie.* VII. 1888. 60; VIII. 1889. 230; IX. 1891. 25; XI. 1895.

Britton, N. and **Brown**, A., *An illustrated Flora of the northern United States.* Newyork 1896—98.

Bubák, Fr., *Ein Beitrag zur Kenntnis der böhmischen Peronosporeen, Ustilagineen u. Uredineen.* Verh. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1897. 1—9. — *Zweiter Beitrag zur Pilzflora von Böhmen und Nordmähren.* Daselbst 1898. 1—20.

— *Puccinia Scirpi DC.* Österr. botan. Zeitschr. 48. 1898. 14.

— *O Rezích, Které cizopasí na některých Rubiaceích.* Věstník kral. České Společnosti náuk. 1898.

— *Über die Uredineen, welche in Europa auf Crepis-Arten vorkommen.* Verh. naturf. Ver. Brünn 36. 1897. Druckjahr 1898. 119 (datiert 1898. 10. V.).

— *Caeoma Fumariae Link im genetischen Zusammenhange mit einer Melampsora auf Populus tremula.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 9. 1899. 26—29.

— *Über einige Umbelliferen bewohnende Puccinien I.* Sitzungsber. K. böhm. Gesellsch. d. Wiss. Prag 1900. Nr. 26. 1—8.

— *Über die Puccinien vom Typus der Puccinia Anemones virginianae Schweinitz.* Sitzungsb. K. böhm. Gesellsch. d. Wiss. Prag 1901. Nr. 2. 1—11.

— *Infektionsversuche mit einigen Uredineen.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 913. Vorläufige Mitteilung daselbst 126.

— *Ein neuer Fall von Generationswechsel zwischen zwei dikotyledone Pflanzen bewohnenden Uredineen.* Daselbst 10. 1903. 574.

— *Uredo Symphyti DC. und die zugehörige Teleutosporen- und Aecidienform.* Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 21. 1903. 356.

Buchenau, F., *Der Rost des Getreides und die Mahonien.* Abh. naturw. Verein Bremen 8. 1884. 567.

— *Flora der nordwestdeutschen Tiefebene.* Leipzig 1894.

de Candolle, A. P., *Sur les Champignons parasites.* Annal. du Muséum d'Histoire natur. 9. 1807.

— in **de Lamarck** et **de Candolle**, *Flore française.* Ed. 3. Paris 1815.

— *Physiologie végétale.* 3. 1832. 1435. n. v. Deutsch von J. A. C. Roeper. 1833—35. In der Übersetzung fehlt der in Betracht kommende Teil.

de Candolle, Alph., *Origine des Plantes cultivées.* 3. édit. Paris 1886.

Carleton, M. A., *Studies in the Biology of the Uredineae I. Notes on Germination.* Botan. Gazette 18. 1893. 447.

— *Cereal Rusts of the United States. A physiological Investigation.* U. S. Department of Agriculture. Division of vegetable Physiology and Pathology. Bull. No. 16. Washington 1899.

— *Culture Methods with Uredineae.* Journal of applied Microscopy and Laboratory Methods. Rochester 6. 1903. 2109.

Carlisle, H. F., *Herb Paris and its foe.* Gard. Chron. 8. 1890. 270.

Chodat, R., *Identité du Puccinia Scirpi DC. avec Aecidium Nymphoidis DC.* Verh. d. Schweiz. naturf. Gesellsch. 1888/89. 43.

— *Sur le Puccinia Scirpi.* Compt. rend. 72 session soc. helvét. des sc. nat. réunie à Lugano les 9—11 Sept. 1889. Archiv. d. sc. phys. et nat. Genève 3. période 22. 1889. 387.

Cholodkowsky, N., *Über den Lebenscyclus der Chermes-Arten und die damit verbundenen allgemeinen Fragen.* Biolog. Centralblatt 20. 1900. 265.

Christ, H., *Das Pflanzenleben der Schweiz.* Zürich 1897.

Claus, C., *Lehrbuch der Zoologie.* 6. Aufl. 1897.

Cobb, N. A., *Report on Rust-in-Wheat Investigations.* Proc. 3. intercolon. Rust-in-Wheat Conference of Australia 1892. 27—33 (nach Carleton, Cereal Rusts).

— *Contributions to an Economic Knowledge of Australian Rusts.* Agric. Gazette of New South Wales 3. 1892. (nach Eriksson, Getreideroste).

Clinton, P. G., *Orange Rust of Raspberry and Blackberry.* Illinois Univ. Agric. Exp. Station. Bull. 29. 1893. 274.

Cohn, F., *Über Getreiderost.* Feierabend des Landwirts 1876. 337. n. v.

Cooke, M. C., *Plant Diseases and Fungi.* The Essex Naturalist (Journal of the Essex Field Club) 6. 1892. 17. Von mir referiert Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 2. 1892. 244.

Cornu, M., *Où doit-on chercher les organes fécondateurs chez les Urédinées et Ustilaginees?* Bull. Soc. Bot. France 23. 1876. 120.

— *Notes et remarques sur les Urédinées: Roestelia se montrant en dehors de la saison ordinaire.* Daselbst 25. 1878. 221—224.

— *Notes sur les générations alternantes des Urédinées.* Daselbst 27. 1880. 179—183.

— *Note sur quelques parasites des plantes vivantes. Générations alternantes; Pézizes à sclérotes.* Daselbst 27. 1880. 209—210.

— *Alternance des générations chez quelques Urédinées.* Compt. rend. 91. 1880. 98.

— *Nouvel exemple de générations alternantes. Oecidium de la Rénoncule rampante [Oec. Ranunculacearum (pro parte)] et Puccinie des roseaux (Puccinia arundinacea DC.).* Daselbst 94. 1882. 1732.

— *Nouvel exemple de générations alternantes chez les Champignons Urédinées.* Daselbst 102. 1886. 930.

Coulter, J. M., *Puccinia graminis.* Botan. Gazette 9. 1884. 83 (n. Bot. Jahrb.)

Cramer, C., *Über den Gitterrost der Birnbäume.* Schweiz. landw. Zeitschr. 4, 1876. Nr. 7—8. s. auch Bernische Blätter f. Landwirtschaft 1875. 29. n. v. (Bot. Jahresber.).

Dangeard, P. A., et **Sappin Trouffy**, P., *Recherches histologiques sur les Urédinées.* Compt. rend. 116. 1893. 211; Le Botaniste 3. s. 4. 1893. 119.

— *Une pseudofécondation chez les Urédinees.* Compt. rend. 116. 1893 267; Le Botaniste 3. s. 4. 1893. 123.

— *Réponse à une note de MM. G. Poirault et Raciborski sur la Karyokinèse chez les Urédinées.* Le Botaniste 4. sér. 1894—95. 196.

Deslongchamps, Eudes-, [Roestelia cancellata durch Gymnosporangium Sabinae verursacht. Ohne Titel!] Séance publ. de la Soc. Linn. de Normandie tenue à Honfleur, le 28 juin 1837. 15. K. Univ. u. Landes-Bibl. Strassburg.

— Desgl. in Resumé des travaux de la Société Linn. de Normandie. Memoires de la Société Linn. de Normandie. Vol. 7. Années 1839—42. Kgl. Hof- u. Staats-Bibl. München.

— Desgl. in Bull. Soc. Linn. Normand. Caen 6. 1862. 41 u. 52. Kgl. Bibl. Berlin.

Desmazières, J. B. H. J., *Vingt-troisième notice sur les plantes cryptogames récemment découvertes en France.* Ann. sc. nat. 4. s. 4. 1855. 123.

Diedicke, H., *Die Aecidien der Puccinia Stipae (Op.) Hora.* Annales mycologici 1. 1903. 341.

Dietel, P. *Beiträge zur Morphologie und Biologie der Uredineen.* Bot. Centralbl. 32. 1887. 54, 84, 118, 152, 182, 217, 246.

— *Über einige auf Compositen vorkommende Rostpilze.* Hedwigia 27. 1888. 303.

— *Verzeichnis der in der Umgebung von Leipzig beobachteten Uredineen.* Ber. naturf. Gesellsch. Leipzig 1888/89.

— *Bemerkungen über einige in- und ausländische Rostpilze.* Hedwigia 28. 1889. 19—23.

— *Über das Vorkommen von zweierlei Teleutosporen bei der Gattung Gymnosporangium.* Daselbst 99.

— *Über das Vorkommen von Puccinia perplexans Plowr. in Deutschland.* Daselbst 278.

— *Über die Aecidien von Melampsora Euphorbiae dulcis Otth und Puccinia silvatica Schroet.* Oesterr. botan. Zeitschr. 39. 1889. 258.

— *Über den Pleomorphismus einiger Uredineen.* Naturwiss. Wochenschrift. 4. 1889. 313.

— *Über Rostpilze, deren Teleutosporen gleich nach der Reife keimen.* Bot. Centralbl. 38. 1889. 577, 609, 657.

— *Über den Generationswechsel von Uromyces lineolatus (Desm.) Schroet.* Hedwigia 29. 1890. 149.

— *Uredineen aus dem Himalaya.* Hedwigia 29. 1890. 261.

— *Über die Fortschritte der Kenntnisse von den Rostpilzen in den letzten 10 Jahren.* Botan. Centralbl. 47. 1891. 15—19.

— *Untersuchungen über Rostpilze.* Flora 74. 1891. 140.

— *Über den Generationswechsel von Puccinia Agropyri Ell. et Ev.* Österr. botan. Zeitschr. 42. 1892. 261.

— *Ein neuer Fall von Generationswechsel bei den Uredineen.* Hedwigia 31. 1892. 215.

— *Zwei Abweichungen vom typischen Generationswechsel der Rostpilze.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 3. 1893. 258.

— *Bemerkungen über einige Rostpilze.* Thür. Bot. Verein 6. 1894. 45.

— *Über die Unterscheidung von Gymnosporangium juniperinum und G. tremelloides.* Forstl.-naturwiss. Zeitschr. 9. 1895. 346.

— *Über den Generationswechsel von Melampsora Helioscopiae und Mel. vernalis.* Daselbst 374.

— *Über Rostpilze mit wiederholter Aecidienbildung.* Flora 81. 1895. 394.

— *Nachschrift* zu Wagner, G., *Culturversuche mit Puccinia silvatica Schroeter auf Carex brizoides L.* Hedwigia 34. 1895. 228.

— *Ein einfaches Mittel, die Keimporen in der Sporenmembran der Rostpilze deutlich sichtbar zu machen.* Zeitschr. f. angewandte Mikroskopie. 1895. 69.

— *Ochropsora, eine neue Uredineengattung.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 13. 1895. 401.

— *Über den Generationswechsel zweier Rostpilze der Flora von Leipzig.* Ber. naturf. Ges. Leipzig 1895/96. 195.

— *Über Uredineen, deren Aecidien die Fähigkeit haben, sich selbst zu reproduzieren.* Verh. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte 1895. 169.

— *Uredinales* in Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien 1900 (gedruckt 1897?).

— *Bemerkungen zu der Uredineenflora Mexicos.* Hedwigia 37. 1898. 202.

— *Waren die Rostpilze in früheren Zeiten plurivor?* Bot. Centralbl. 79. 1899. 81 u. 113.

Dietel, P., *Über die Teleutosporenform der Uredo Polypodii.* Hedwigia Beiblatt 1899. 259.

— *Einiges über die geographische Verbreitung der Rostpilze.* Naturw. Wochenschrift 15. 1900. 217.

— *Über den Generationswechsel der Rostpilze.* Natur und Schule 1. 1902. 205.

— *Über die biologische Bedeutung der Paraphysen in den Uredolagern von Rostpilzen.* Hedwigia 41. 1902. 58.

— *Bemerkungen über Uropyxis und verwandte Rostpilzgattungen.* Daselbst 106.

— *Über die auf Leguminosen lebenden Rostpilze und die Verwandtschaftsverhältnisse der Gattungen der Pucciniaceen.* Annales Mycologicae 1. 1903. 3.

Dietrich, H. A., *Blicke in die Kryptogamenwelt der Ostseeprovinzen I.* Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Esth- u. Kurlands 2. ser. 1. 1859. 261. (vorgel. 1855); *II* daselbst 487 (vorgel. 1858).

Dodel, A., *Ulothrix zonata, ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung ein Beitrag zur Kenntnis der unteren Grenze des pflanzlichen Sexuallebens.* Jahrb. f. wiss. Bot. 10. 1876. 417.

Doflein, F., *Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger.* Jena 1901.

Drude, O., *Der Hercynische Florenbezirk.* Engler u. Drude, Die Vegetation der Erde. 6. Leipzig 1902.

Duhamel, *Traité des arbres et arbustes.* 1754. Deutsch von C. Chr. Oelhafen: Abhandlung von Bäumen, Stauden und Sträuchern, welche in Frankreich in freier Luft erzogen werden. Von Herrn Du Hamel du Monceau. Nürnberg 1762. Stat. f. Pflanzenschutz Hamburg.

— *Traité des Arbres fruitiers.* 1. Paris 1768. 149. Bibl. d. Gartenbau-Vereins Hamburg.

Dunbar, *Zur Ursache und specifischen Heilung des Heufiebers.* München u. Berlin 1903.

Engler, A., *Die Pflanzenformationen und die pflanzengeographische Gliederung der Alpenkette* usw. Notizbl. Kgl. Botan. Garten u. Museum Berlin. Appendix VII. 1901.

— *Syllabus der Pflanzenfamilien.* 3. Aufl. Berlin 1903.

Engler, A. und **Prantl**, K., *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 2. 1. 1889.

Erhart, B. (Ehrhart), *Oekonomische Pflanzenhistorie nebst dem Kern der Landwirtschaft, Garten- u. Arzneikunst.* Ulm u. Memmingen 1758. Kgl. Bibl. Berlin.

Eriksson, J., *Puccinia Malvacearum.* Bot. Centralbl. 31. 1887. 389.

— *Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 292.

— *Ein parasitischer Pilz als Index der inneren Natur eines Pflanzenbastards.* Bot. Notiser 1895. 251. n. v.

— *Über die Förderung der Pilzsporenkeimung durch Kälte.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 1. 1895. 557.

— *Über die verschiedene Rostempfänglichkeit verschiedener Getreidesorten.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 5. 1895. 80 u. 156.

— *Ist die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Weizensorten gegen Rost konstant oder nicht?* Daselbst 198.

— *Welche Rostarten zerstören die australischen Weizenernten?* Daselbst 6. 1896. 141.

— *Welche Grasarten können die Berberitze mit Rost anstecken?* Daselbst 193.

— *Einige Beobachtungen über den stammbewohnenden Kiefernblasenrost, seine Natur und Erscheinungsweise.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 2. 1896. 377.

Eriksson, J., *Neue Untersuchungen über die Spezialisierung, Verbreitung und Herkunft des Schwarzrostes (Puccinia graminis Pers.).* Jahrb. f. wiss. Botanik 29. 1896. 499.

— *Studien über den Hexenbesenrost der Berberitze (Puccinia Arrhenatheri Kleb.).* Beitr. z. Biol. 8, Heft 1. 1898. 1—16. (Bereits 1897 gedruckt.)

— *Der heutige Stand der Getreiderostfrage.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 183.

— *Einige Bemerkungen über das Mycelium des Hexenbesenrostpilzes der Berberitze.* Daselbst 228.

— *Über den Berberitzenstrauch als Träger und Verbreiter von Getreiderost.* Die landwirtsch. Versuchs-Stationen 49. 1897. 83.

— *Weitere Beobachtungen über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 7. 1897. 198.

— *Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées.* Compt. rend. 124. 1897. 475.

— *Eine allgemeine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse der schwedischen Getreiderostuntersuchung.* Bot. Centralbl. 72. 1897. 321 u. 354.

— *Neue Beobachtungen über die Natur und das Vorkommen des Kronenrostes* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 3. 1897. 291.

— *Zur Charakteristik des Weizenbraunrostes.* Daselbst 245.

— *Principaux Résultats des recherches sur la Rouille des Céréales exécutées en Suède.* Revue générale de Botanique 10. 1898. 33.

— *Étude sur le Puccinia Ribis.* Daselbst 497.

— *Über die Dauer der Keimkraft der Wintersporen gewisser Rostpilze.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 4. 1898. 376.

— *Zu der Getreiderostfrage.* Daselbst 5. 1899. 189.

— *Nouvelles Études sur la Rouille Brune des Céréales.* Annal. d. scienc. nat. 8. 9. 1899. 241—288.

— *Tabellarische Übersicht der in Schweden auftretenden Getreiderostpilzformen.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 142.

— *La Rouille des Céréales.* VI. Congrès internat. d'agricult. Paris 1900. T. 1. rapp. prélim. 7. sect. Nr. 3. 8 p. n. v.

— *Fortgesetzte Studien über die Hexenbesenbildung bei der gewöhnlichen Berberitze.* Beitr. z. Biol. 8, Heft 2. 1901. 111—127.

— *Sur l'Origine et la Propagation de la Rouille des Céréales par la Semence.* Ann. d. scienc. nat. 8 s. 14. 1901. 1—124 u. 15. 1902. 1—160.

— *Ist der Timotheengrasrost eine selbständige Rostart oder nicht?* Öfv. K. Vet. Akad. Förh. 1902. 189.

— *Über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes in Schweden und in anderen Ländern.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 590.

— *The Researches of Prof. H. Marshall Ward on the Brown Rust of the Bromes and the Mycoplasma Hypothesis.* Arkiv för Botanik udg. of K. Sv. Vet. Akad. 1. 1903. 139.

Eriksson, J. und **Henning**, E., *Några Hufvudresultat af en ny Undersökning af Sädesrosten.* Meddel. fr. kongl. Landtbruks-Akademiens Experimentalfält. Nr. 27. Stockholm 1894.

— *Die Hauptresultate einer neuen Untersuchung über die Getreideroste.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 66 u. 140.

— *Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur, sowie Massregeln gegen dieselben.* Stockholm 1896.

Farlow, W. G., *The Gymnosporangia (Cedar-apples) of the United States.* Anniversary Memoirs Boston Soc. Nat. Hist, published in Celebration of the 50. Anniversary of the Society's Foundation. 1880. Nr. 4.

— *Notes on some Species of Gymnosporangium and Chrysomyxa of the United States.* Proceed. Americ. Academy of Arts and Sciences. N. S. 12. 1885. 312.

— *Development of Roesteliae from Gymnosporangia.* Botan. Gazette 11. 1886. 189—190.

— *The Development of the Gymnosporangia of the United States.* Daselbst 234 bis 241.

— *Puccinia Malvacearum in Massachusets.* Daselbst 309.

— *Aecidium on Juniperus virginiana.* Proc. Americ. Ass. 36. 1887 [1888] 271.

— *The Conception of Species as affected by recent Investigations on Fungi.* The American Naturalist 32. 1898. 675.

Farlow, W. G. and **Seymour,** A. B., *A. Provisional Host-Index of the Fungi of the United States.* Cambridge 1888—91.

Fentzling, K., *Morphologische u. anatom. Untersuchungen über die Veränderungen, welche bei einigen Pflanzen durch Rostpilze hervorgerufen werden.* Inaugural-Dissertation Freiburg 1892.

Fischer, E., *Recherches sur certaines Espèces du Genre Gymnosporangium.* Compt. rend. d. trav. prés. à la 64. Sess. de la Soc. helvét. d. Sc. nat. Fribourg 1891.

— *Über Gymnosporangium Sabinae (Dicks.) und Gymnosporangium confusum Plowright.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1. 1891. 193 u. 260.

— *Expériences d'infection avec les Puccinia helvetica Schroeter et P. Magnusiana Koernicke.* Arch. scienc. phys. et nat. Genève 28. 1892. 376.

— *Gymnosporangium fuscum et confusum.* Daselbst 490. n. v.

— *Die Sklerotienkrankheit der Alpenrosen (Sclerotinia Rhododendri).* Ber. Schweiz. botan. Gesellsch. Heft 4. 1894.

— *Contributions à l'Étude du Genre Coleosporium.* Bull. soc. botan. de France 41. (1894) 1895. CLXIX.

— *Nouvelles Recherches sur les Urédinées.* Compt. rend. d. trav. prés. à la 75 sess. soc. helvét. sc. nat. 1894. 101.

— *Resultate einiger neuerer Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Rostpilze.* Mitteil. naturf. Gesellsch. Bern 1894. Sitzungsb. 28. April.

— *Weitere Infectionsversuche mit Rostpilzen.* Daselbst 1895. 25. Mai.

— *Die Zugehörigkeit von Aecidium penicillatum.* Hedwigia 34. 1895. 1—6.

— *Weitere Infectionsversuche mit Rostpilzen.* Bot. Centralbl. 62. 1895. 380. S. auch Compt. rend. soc. helvét. sc. nat. 1896. 182.

— *Recherches sur quelques Urédinées.* Arch. scienc. phys. et nat. 2. 1896. 101.

— *Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Rostpilze.* Bull. Herbier Boissier 5. 1897. 393; 6. 1898. 11; 7. 1899. 419.

— *Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen über Rostpilze.* Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bd. 1, Heft 1. Bern 1898.

— *Die Teleutosporen zu Aecidium Actaeae. Beobachtungen über Puccinia Buxi.* Bot. Centralbl. 83. 1900. 75.

— *Fortsetzung der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über Rostpilze.* Ber. Schweiz. Bot. Gesellsch. 10. 1900; 11. 1901; 12. 1902.

— *Die Rostkrankheiten der forstlich wichtigsten Nadelhölzer nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse.* Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1900.

Fischer, E., *Der Wirtwechsel des Aecidium elatinum.* Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1901.

— *Die Uredo- und Teleutosporengeneration von Aecidium elatinum.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 19. 1901. 397.

— *Aecidium elatinum Alb. et Schw., der Urheber des Weisstannen-Hexenbesens, und seine Uredo- und Teleutosporenform.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 11. 1901. 321 (Erschienen 1902). Desgl. zweite Mitteilung. Daselbst 12. 1902. 193.

Fleischer, S., *Über den Einfluss der Berberitzen (Erbselen) auf das Getreide.* Wochenblatt f. Land- u. Forstwirtsch. der K. Württemb. Centralstelle für Landw. 1864. Nr. 5. 6. n. v.

Flügge, C., *Die Mikroorganismen. Mit besonderer Berücksichtigung der Aetiologie der Infectionskrankheiten.* Leipzig 1896.

Focke, W. O., *Untersuchungen über die Vegetation des nordwestdeutschen Tieflandes.* Abh. naturw. Verein Bremen 2. 1871. 405.

— *Einige Bemerkungen über Wald und Haide.* Abh. naturw. Verein Bremen 3. 1872. 257.

Frank, B., *Die Krankheiten der Pflanzen.* Breslau. 1. Aufl. 1880. 2. Aufl. 1896.

— *Über einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten II.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1. 1883. 58.

— *Die Rostflecken der Pflaumenblätter, veranlasst durch Polystigma rubrum.* Landwirtsch. Jahrbücher 12. 1883. 528—539.

— (Notiz über Roestelia cancellata). Jahresber. d. Sonderausschuss. f. Pflanzenschutz 1899. 157.

Freeman, E. M., *The Seed Fungus of Lolium temulentum L., the Darnel.* Proceed Roy. Soc. 71. 1902. 27.

— *Experiments on the Brown Rust of Bromes (Puccinia dispersa).* Ann. of Botany 16. 1902. 487.

Fuckel, L., *Symbolae mycologicae.* Jahrb. Nassau. Verein f. Nat. Bd. 22 u. 23. 1869.

Friebe, Landw. Zeitung 1805. 256. Kgl. Bibl. Berlin.

(Fühling, J. J.), *Berberitzenstrauch.* Neue Landw. Zeitung 1873. 72.

— *Berberitzensträucher betreffend.* Daselbst 1875. 299.

— *Rostpilze.* Daselbst 632. Naturh. Mus. Hamburg.

Funke, W., *Zur Frage über die Entstehung des Grasrostes (Puccinia graminis) auf Roggen durch den Berberitzenrost* (*Aecidium Berberidis*). Landwirtsch. Centralbl. f. Deutschland 12. 2. Berlin 1864. 408. Naturhist. Mus. Hamburg.

Galloway, B. T., *A Rust and Leaf Casting of Pine Leaves.* Bot. Gaz. 22. 1896. 433.

Garcke, A., *Flora von Nord- und Mitteldeutschland.* Berlin 1873.

Géneau, L., *de Lamarlière,* s. Lamarlière.

Giesenhagen, K., *Die Entwickelungsreihen der parasitischen Exoasceen.* Flora 81. (Erg.) 1895. 267.

Gmelin, J. F., *Caroli a Linné Systema naturae.* Lipsiae 1791. T. 2. 1473.

Gobi, Chr., *Über eine neue Rostpilzform, Caeoma Cassandrae.* Scripta bot. horti Univ. imp. Petropol. 1. 1886. 169. n. v.

— *Caeoma Cassandrae.* Protokolle d. St. Petersb. Naturf. Ges. 38. Arb. d. St. Petersb. Naturf. Ges. 1886. n. v.

Gobi, Chr. und **Tranzschel,** W., *Die Rostpilze (Uredineen) des Gouvernements St. Petersburg* usw. Aus dem Botan. Laboratorium der K. Universität in St. Petersburg. 1891. Russisch.

Gottsche, C., *Der Staubfall vom 11. März.* Verh. naturw. Verein Hamburg 9. 1901. Sitzungsb. 13. u. 20. März.

Gradmann, R., *Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb.* Tübingen 1900.

Graebner, P., *Die Heide Norddeutschlands und die sich anschliessenden Formationen in biologischer Betrachtung.* Engler u. Drude, Die Vegetation der Erde 5. Leipzig 1901.

Hallier, E., *Phytopathologie.* Leipzig 1868. n. v.

— *Wie überwintert der Getreiderost?* Österr. landw. Wochenbl. 1878. 267. (s. Botan. Jahresbericht f. 1878. 2. 1193).

Halsted, B. D., *Gymnosporangium macropus on Pirus coronaria.* Botan. Gazette 11. 1886. 188—189. Bot. Jahresber.

— *Relation between Cedar-Apples and the Leaf Rust on the wild Crab apple.* Bull. Iowa Agric. College. Bot. Dep. nov. 1886. (Im Bot. Jahresb. 1887 nur erwähnt).

— *Mycological Notes.* Bull. Torrey Bot. Club 25. 1898. 159.

Hanausek, T. F., *Vorläufige Mitteilung über den von A. Vogl in der Frucht von Lolium temulentum entdeckten Pilz.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 203.

Harper, R. A., *Die Entwickelung des Peritheciums bei Sphaerotheca Castagnei.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 13. 1895. 475.

— *Über das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwickelung einiger Ascomyceten.* Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 1895. 655.

— *Sexual Reproduction in Pyronema confluens and the Morphology of the Ascocarp.* Ann. of Botany 14. 1900. 321.

Hartig, R., *Vorläufige Mitteilung über Parasiten der Waldbäume.* Botan. Zeitung 1867. 353.

— *Die Lärchenkrankheiten, insbesondere der Lärchenkrebspilz.* Untersuch. a. d. forstbot. Institut in München. 1880. 63.

— *Calyptospora Goeppertiana Kühn und Aecidium columnare A. u. S.* Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1880. 289.

— *Über Aecidium columnare A. u. S. und Calyptospora Göppertiana Kühn.* Sitzungsber. bot. Verein München, Flora 1881. 45.

— *Lehrbuch der Baumkrankheiten.* 1. Aufl. Berlin 1882. 2. Aufl. 1889.

— *Mitteilung über Coleosporium Senecionis, den Erzeuger des Kienzopfes.* Untersuch. forstbot. Instit. München 3. 150. 1883.

— *Wichtige Krankheiten der Waldbäume.* Berlin 1874. n. v.

— *(Zur Gattung Caeoma usw.).* Botan. Centralblatt 23. 1885. 363.

— *Die Aspe (Populus tremula) als Feind der Kiefern- und Lärchenschonungen.* Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1885. 326—327.

— *Mitteilung einiger Untersuchungen pflanzenpathologischer Natur.* Botan. Centralblatt 40. 1889. 310.

— *Mitteilung über Melampsora. Über die Klebahn'sche Abhandlung über die Formen des Peridermium Pini.* Botan. Centralblatt 46. 1891. 18.

— *Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten.* Berlin 1900.

Hartmann, F., *Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weisstanne mit den normalen Sprossen derselben.* Inaug. Diss. Freiburg i. B. 1892.

Hausmann, F. v., *Flora von Tirol.* Innsbruck 1851—54.

Heck, R., *Der Weisstannenkrebs.* Berlin 1894.

Hecke, L., *Über den Getreiderost in Oesterreich im Jahre 1898.* Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen 1899. 342.

Hedwigia 35. 1896 (48).

Hegelmaier, Württemb. naturw. Jahreshefte 34. 1878. 90. n. v.

Henning, E., *Några ord om olika predisposition för rost å säd.* Landtbruks-Akademiens Handlingar och Tidskrift för år 1894, im wesentlichen übersetzt in Botan. Centralbl. Beihefte 2. 1895. 136.

Hennings, P., *Anpassungsverhältnisse bei Uredineen bezüglich der physikalischen Beschaffenheit des Substrats.* Hedwigia 40. 1901. 125.

— *Über das epidemische Auftreten von Cronartium ribicola Dietr. im Dahlemer botan. Garten.* Notizblatt K. Bot. Garten u. Museum Berlin Nr. 28. 1902. 172.

— *Beobachtungen über das verschiedene Auftreten von Cronartium ribicola Dietr. auf verschiedenen Ribes-Arten.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 12. 1902. 129.

Hertwig, R., *Lehrbuch der Zoologie.* Jena 1897.

Hisinger, E., *Über das Auftreten der Puccinia Malvacearum in Finland im Jahre 1890.* Medd. Soc. pro fauna et flora Fennica 16. 1891.

— *Peridermium Pini α corticolum dödande Pinus Strobus.* Bot. Notiser 1876. 75.

Hitchcock, A. S., and **Carleton**, M. A., *Preliminary Report on Rusts of Grain.* Kansas State Agric. Experiment Station, Manhattan. Bull. Nr. 38. 1893.

— *Second Report on Rusts of Grain,* Daselbst Bull. Nr. 46. 1894.

Höck, F., *Nadelwaldflora Norddeutschlands.* Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde, herausgeg. v. Kirchhoff. Bd. 7. 1893.

v. Homeyer, E. F., *Der Berberitzen-Pilz.* Die Natur 1883. 154.

Hooker, J. D., and **Jackson**, B. D., *Index Kewensis.* Oxonii 1895.

Hornemann, J. W., *Om Berberissen kan frembringe Kornrust.* Nye öconom. Annaler 2. Kopenhagen 1816. Bibl. d. Bot. Gartens. Hamburg.

Jacky, E., *Die Kompositen-bewohnenden Puccinien vom Typus der Puccinia Hieracii und deren Spezialisierung.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899. 193 263 und 330.

— *Untersuchungen über einige schweizerische Rostpilze.* Ber. schweiz. bot. Ges. 9. 1899.

— *Der Chrysanthemum-Rost.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 132.

— *Beitrag zur Kenntnis der Rostpilze.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 796.

— *Der Chrysanthemum-Rost. II.* Daselbst 10. 1903. 369.

Jacquin, N. J., *Collectanea ad botanicam, chemiam et historiam naturalem spectantia.* Wien 1796. n. v.

Jäger, H., *Aecidium Berberidis, der Berberis- und Getreide-Rost.* Die Natur 1883. 93.

Ihne, E., *Studien zur Pflanzengeographie: Geschichte der Einwanderung von Puccinia Malvacearum und Elodea canadensis.* Berichte d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde 1877. 49.

Index Kewensis, s. Hooker.

Johanson, C. J., *Peronosporeerna, Ustilagineerna och Uredineerna i Jemtlands och Herjedalens fjälltrakter.* Bot. Notiser 1886. 164.

Judeich, J. F., und **Nitsche**, H., *Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde.* I. Wien 1895.

Juel, H. O., *Einige mykologische Notizen.* Bot. Centralbl. 45. 1891. 274.

— *Om nagra heteröciska Uredineer.* Bot. Notiser 1893. 51.

— *Mykologische Beiträge I. Zur Kenntnis einiger Uredineen aus den Gebirgsgegenden Skandinaviens.* Öfversigt K. Vetensk. Akademiens Förhandlingar 1894. 409.

— Desgl. *III. Eine neue Puccinia auf Molinia coerulea.* Daselbst 1894. 503.

— Desgl. *IV. Aecidium Sommerfeltii und seine Puccinia-Form.* Daselbst 1895. 379.

— *Über einige heteröcische Uredineen.* Bot. Centralbl. 64. 1895. 377.

— *Mykologische Beiträge V.* (Verschiedene *Puccinia*-Arten behandelnd). Öfv. Vet. Akad. Förh. 1896. 213.

— Desgl. *VI. Zur Kenntnis der auf Umbelliferen wachsenden Aecidien.* Daselbst 1899. 5.

Kabát, J. E., s. Bubák, Centr. f. Bact. 9. 1902. 126 u. 913.

Kellermann, Ch., *Eine an Puccinia Malvacearum Mtge. angestellte Untersuchung.* Mitgeteilt von M. Reess in Bot. Zeit. 1874. 700.

Kellermann, W. A., *Puccinia Peckii (de Toni) Kellerm.* Journal of Mycology 8. 1902. 20.

— *Uredineous Infection Experiments in 1902.* Daselbst 9. 1903. 6.

Kern, E., *Caeoma pinitorquum A. Br., ein pflanzlicher Parasit der Kiefer.* Nachr. d. Petrowski'schen Agricultur- u. Forstakademie Moskau. 6. 1883. 235. Russisch. n. v. Referiert Bot. Centralbl. 19. 1884. 358.

Kerner, A., *Das Pflanzenleben der Donauländer.* Innsbruck 1863.

Kessler, *Mitteilungen über den Gitterrost der Birnbäume, Roestelia cancellata.* 36. 37. Bericht Verein f. Naturk. z. Cassel 1891. 34.

Kienitz-Gerloff, F., *Die Conidien von Gymmosporangium clavariaeforme.* Bot. Zeit. 1888. 389.

Klebahn, H., *Beobachtungen und Streitfragen über die Blasenroste.* Abhandl. naturw. Verein Bremen 10. 1887. 145.

— *Weitere Beobachtungen über die Blasenroste der Kiefern.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 6. 1882. XLV.

— *Erster Beitrag zur Schmarotzerpilzflora Bremens.* Abhandl. naturwiss. Verein Bremen 11. 1890. 325.

— *Neue Untersuchungen und Beobachtungen über die Blasenroste der Kiefern.* Hedwigia. 29. 1890. 27.

— *Über die Formen und den Wirtswechsel der Blasenroste der Kiefern.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 8. 1890. (59).

— *Zur Kenntnis der Schmarotzer-Pilze Bremens und Nordwestdeutschlands. Zweiter Beitrag.* Abhandl. naturw. Verein. Bremen 12. 1892. 362.

— *Bemerkungen über Gymnosporangium confusum und G. Sabinae.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 2. 1892. 94.

— *Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 2. 1892. 258 u. 332. (= Kulturv. I).

— *Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen.* Forstl.-naturwiss. Zeitschr. 2. 1893. 69.

— *Vorläufige Mitteilung über den Wirtswechsel der Kronenroste des Getreides und des Stachelbeerrostes.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 3. 1893. 199.

— *Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen. II. Bericht (1893).* Daselbst 4. 1894. 7, 84, 129. (= Kulturv. II).

Klebahn, H., *Vorläufiger Bericht über im Jahre 1894 angestellte Kulturversuche mit Rostpilzen.* Daselbst 4. 1894. 194.

— *Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen III. Bericht (1894).* Daselbst 5. 1895. 13, 69, 150. Desgl. *IV. Bericht (1895).* Daselbst 5. 1895. 257 u. 327. Desgl. *V. Bericht (1896).* Daselbst 6. 1896. 257 u. 324.

Vorläufiger Bericht über Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen. Daselbst 7. 1897. 129.

— *Neuere Beobachtungen über einige Waldschädlinge aus der Gruppe der Rostpilze* Forstl.-naturw. Zeitschr. 1897. 465.

— *Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen. VI. Bericht (1897).* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 7. 1897. 325 (erste Hälfte); 8. 1898. 11 (zweite Hälfte).

— *Vorläufige Mitteilung über einige Kulturversuche mit Rostpilzen.* Daselbst 8. 1898. 200.

— *Ein Beitrag zur Getreiderostfrage.* Daselbst 321.

— *Über den gegenwärtigen Stand der Biologie der Rostpilze.* Botan. Zeitung 1898. 2 Abteil. 145.

— *Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen. VII. Bericht (1898).* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 9. 1899. 14, 88 u. 137.

— *Beiträge zur Kenntnis der Getreideroste. II.* Daselbst 10. 1900. 70.

— *Kulturversuche mit Rostpilzen. VIII. Bericht (1899).* Jahrb. f. wiss. Bot. 34. 1900. 347.

— Desgl. *IX. Bericht 1900.* Daselbst 35. 1901. 660.

— *Neue heteröcische Rostpilze.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 11. 1901. 193.

— *Kulturversuche mit Rostpilzen. X. Bericht (1901).* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 12. 1902. 17 u. 132.

— desgl. *XI. Bericht (1902).* Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten für 1902. Hamburg 1903. 1.

✓**Knight,** Th. A., *On the Prevention of Mildew in particular Cases.* Transact. Hortic. Soc. London 2. 1817. 82. Univ. Bibl. Göttingen.

— *On the Mode of Propagation of the Lycoperdon cancellatum, a Species of Fungus, which destroys the Leaves and Branches of the Pear Tree.* Daselbst 178.

Koch, Forstmeister, *Beobachtungen über das Vorkommen und die Entwickelung der Hexenbesen bezw. des Krebses auf der Weisstanne.* Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen 23. 1891. 263.

Koch, K., *Dendrologie.* Erlangen 1869—73.

Koch, G. F., s. neues hannöverisches Magazin. 1805. 751.

Körnicke, F., *Über Flachs mit Melampsora Lini Tul.* Sitzungsb. naturh. Ver. preuss. Rheinlande u. Westfalen 31. 1874. 83.

— *Mycologische Bemerkungen.* Hedwigia 16. 1877. n. v.

Krause, E. H. L., *Pflanzengeographische Übersicht der Flora von Mecklenburg.* Archiv d. Vereins d. Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg 38. Güstrow 1884.

Krünitz, J. G., *Oekonomisch-technologische Encyclopädie* 4. 1774. 198: Artikel Berberitze; 127. 1819. 364: Artikel Rost. Stadtbibl. Hamburg.

Kühn, J., *Landw.-Annal. d. mecklenb. patriot. Vereins 1862.* Nr. 2. n. v.

— *Der Rost der Runkelrübenblätter, Uromyces Betae.* Aus d. Zeitschr. d. landw. Central-Ver. d. Prov. Sachsen 1869. Nr. 2. Bot. Zeitung 1869. 540.

— *Über die Notwendigkeit eines Verbotes der Pflanzung und Anlage des Berberitzenstrauches.* Landwirtsch. Jahrbücher 4. 1875. 399.

Kühn, J., *Notiz zu Nr. 3027 der Fungi Europaei, das Aecidium columnare betreffend.* Hedwigia 24. 1885. 108.

Kunze, G. und **Schmidt**, J. C., *Mycologische Hefte* 1. 1817. Stadtbibl. Hamburg.

v. Lagerheim, G., *Sur un nouveau Genre d'Urédinées.* Journ. de Botanique 1889.

— *L'acide lactique, excellent agent pour l'étude des Champignons.* Revue Mycologique Nr. 42. 1889.

— *Om forekomsten af europeiska Uredinéer på Quito's högslätt.* Bot. Notiser 1891. 63. — *Über das Vorkommen von europäischen Uredineen auf der Hochebene von Quito.* Botan. Centralbl. 54. 1893. 324.

— *Über Uredineen mit variablem Pleomorphismus.* Tromsö Museums Aarshefte 16. 1893. 105.

— *Über das Auftreten von Chrysomyxa Rhododendri (DC.) Bary auf Topf-Rhododendrons.* Daselbst 153.

— *Uredineae Herbarii Eliae Fries.* Daselbst 17. 1894. 25.

Lamarlière, L. **Géneau** de, *Sur l'état écidien du „Cronartium flaccidum Wint."* Assoc. franç. pour l'avanc. d. scienc. 23. sess. de Caen II. 628 (nach Fischer).

— *Sur les Mycocécidies des Roestelia.* Revue générale de Botan. 10. 1898. 225 u. 276.

Landwirtschaftliche Zeitung herausg. v. G. H. Schnee. Halle. 3 Bd. auf das Jahr 1805, S. 90 (v. Monteton), 152 (einige pract. Landw. in Sachsen), 256 (Riem, Friebe), 465 u. 572 (Banks, Ankündigung), 503 (Riem). 4 Bd. auf das Jahr 1806, S. 1 (Banks), 11 (Kritik über Banks aus Farmers Magazine), 133 (Antworten auf Young's Anfragen), 407 (Windt, Ankündigung). Kgl. Bibl. Berlin.

Landwirtschaftliches Centralblatt für Deutschland 1864. 2. 151, 383, 408. Naturh. Mus. Hamburg.

Lemmermann, E., *Erster Beitrag zur Pilzflora der ostfriesischen Inseln.* Abh. Nat. Ver. Brem. 16. 1900. 440.

— *Zweiter Beitrag.* Daselbst 17. 1901. 169.

Lengerke, A. v., *Darstellung der Landwirtschaft in den Herzogtümern Mecklenburg* 2. 1831. 197. n. v.

Léveillé, J. H., *Observations sur deux champignons de la famille des Urédinées.* Mém. Soc. Linn. de Paris 4. 1826. 202. Univ.-Bibl. Göttingen.

— *Urédinées* in Ch. d'Orbigny, Dictionnaire univers. d'Hist. nat. 12. Paris 1848. 768. Kgl. Bibl. Berlin.

Lindau, G., *Bemerkung zu vorstehender Erwiderung.* Hedwigia 35. 1896. (94). S. Magnus a. a. O.

Lindemuth, H., *Über den Gitterrost der Birnbäume.* Gartenflora 49. 1900. 51.

Lindroth, J. Ivar, *Die Umbelliferen-Uredineen.* Acta societatis pro fauna et flora Fennica 21. 1902. 1.

— *Mykologische Notizen.* Bot. Notiser 1900. 241.

— *Om Aecidium Trientalis* Tranzsch. Bot. Notiser 1900. 193.

Linhart, G., *Az Eriksson féle mycoplasma-elmélet.* Kisérletezséi Közlemények I Kötet 1898. 535. (Mitteilungen aus den Versuchsstationen) n. v.

Link, H. F., *Observ. in ord. plant. nat. Diss. I.* Magaz. Ges. naturf. Freunde Berlin 3. 1809. n. v.

— *Caroli a Linné Species Plantarum.* ed. 4., olim curante C. L. Willdenow continuata a H. F. Link. 6, 2. 1824.

Little, W. C., *Report on Wheat Mildew.* Journ. R. Agric. Soc. of England. 2. ser. 19. 1883. n. v.

Loverdo, J., *Les Maladies cryptogamiques des Céréales.* Paris 1892. 199.

Lowrie, *Report on Rust- in- Wheat Investigations.* Proc. 2. Rust in Wheat Conference of Australia 1891. 49—51. n. v. (nach Carleton).

Lüdi, R., *Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen.* Hedwigia 40. 1901. 1—44.

Ludwig, F., *Pilze im Bericht der Commission für die Flora von Deutschland aus dem Jahre 1890.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891. (194).

— *Lehrbuch der niederen Kryptogamen.* Stuttgart 1892.

de Magneville, *Mémoire sur la Rouille des Blés, tendant à prouver qu'elle n'est pas produite par l'Épine-vinette.* Mém. Soc. roy. d'agricult. et de commerce de Caen 3. 1830. 18.

— *Réponse à quelques observations faites sur le Mémoire précédent.* Daselbst 26. Kgl. Bibl. Berlin.

Magnus, P., (Zusammenhang des Aecidium Urticae mit Puccinia auf Carex hirta. Ohne Titel). Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb 14. 1872. XI.

— *Mykologische Bemerkungen.* Hedwigia 12. 1873. 49.

— *Einwanderung zweier Rostpilze.* Sitzungsb. Ges. naturf. Freunde 1873. 75. (S. Botan. Zeitung 1874. 329.)

— *(Zusammenhang des Aecidium Urticae mit Puccinia auf Carex hirta).* Sitzungsb. Bot. Verh. Prov. Brandenb. 16. 1874. 23.

— *(Einwanderung zweier Rostpilze).* Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 16. 1874. 55—60.

— *Peridermium Pini auf den Nadeln von Pinus Laricio.* Daselbst 104.

— *Über drei neue Pilzarten. (Ustilago Succisae, Caeoma Chelidonii, Puccinia nidificans).* Daselbst 17. 1875. 22.

— *Über Aecidium rubellum Pers. auf Rheum officinale Baill.* Daselbst 61.

— *Aecidium Berberidis auf Mahonia Aquifolium.* Daselbst 76.

— *Über Aecidium Magelhaenicum Berk.* Daselbst 87.

— *Das diesjährige epidemische Auftreten einer Puccinia auf sämtlichen Exemplaren der Centaurea Cyanus im Universitätsgarten zu Berlin.* Daselbst 89.

— *Über Puccinia Malvacearum Mont. aus Hildesheim und deren Wanderungen.* Daselbst 91.

— *Über die Entwickelung der Puccinia Oreoselini Fuckel.* Sitzungsb. Ges. naturf. Freunde 1877. 123.

— *Über die weitere Verbreitung der Puccinia Malvacearum in Europa während des Jahres 1877.* Daselbst 242.

— *Bemerkungen über einige Uredineen.* Hedwigia 16. 1877. 65.

— *Die Entwickelung der Puccinia auf Carex limosa.* Amtl. Bericht 50. Versamml. Deutsch. Naturf. u. Ärzte. München 1877. 199.

— *Überwinterung der Puccinia Caricis.* Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 27. 1885. XVIII.

— *Zur Biologie der Rostpilze.* Naturw. Rundschau 1, 1886. 310. n. v.

— *Verzeichnis der am 15. u. 16. Juni 1889 bei Tangermünde beobachteten Pilze.* Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 31. 1889. XXIII.

— *Über das Auftreten eines Uromyces auf Glycyrrhiza in der alten und in der neuen Welt.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 8. 1890. 377.

Magnus, P., *Über den Rost der Weymouth-Kiefern (Pinus Strobus L.)* Gartenflora 40. 1981. 452. Naturw. Rundschau 6, 1891. 477.
— *Zwei neue Uredineen.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 9. 1891. 91.
— *Über einige von Herrn Prof. G. Schweinfurth in der italienischen Colonie Eritrea gesammelte Uredineen.*. Daselbst 10. 1892. 45.
— *Über die europäischen Gymnosporangium-Arten.* Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 34. 1892. XIV.
— *Die von J. Peyritsch in Tirol gesammelten und im Herbarium der k. k. Universität zu Innsbruck aufbewahrten Pilze.* Ber. naturw.-med. Verein. Innsbruck 21. 1892/93.
— *Mykologische Miscellen.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 11. 1893. 43.
— *Über die auf Compositen auftretenden Puccinien vom Typus der Puccinia Hieracii nebst einigen Andeutungen über den Zusammenhang ihrer specifischen Entwickelung mit ihrer verticalen Verbreitung.* Daselbst 453.
— *Referat über Klebahn, Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen.* Naturw. Rundschau 1893. 498.
— *Einige Bemerkungen über die auf Phalaris arundinacea auftretenden Puccinien.* Hedwigia 33. 1894. 77.
— *Die systematische Unterscheidung nächstverwandter parasitischer Pilze auf Grund ihres verschiedenen biologischen Verhaltens.* Daselbst 33. 1894. 362.
— *Dritter Nachtrag zu dem Verzeichnisse der im Botanischen Garten zu Berlin beobachteten Ustilagineen und Uredineen.* Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 36. 1894. 1–6.
— *Eine Bemerkung zu E. Fischer's erfolgreichen Infektionen einiger Centaurea-Arten durch die Puccinia auf Carex montana.* Botan. Centralbl. 63. 1895. 39.
— *Zur weiteren Verbreitung zweier eingewanderter Pflanzen in Südtirol.* Österr. Bot. Zeitschr. 45. 1895. 17.
— *Eine sachliche Erwiderung.* Hedwigia 35. 1896. (94).
— *Über das Mycelium des Aecidium Magellanicum Berk.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 15. 1897. 148.
— *Ein auf Berberis auftretendes Accidium von der Magellanstrasse.* Daselbst 270.
— *Über die Beziehungen zweier auf Stachys auftretenden Puccinien zu einander.* Daselbst 16. 1898. 377.
— *On Aecidium graveolens (Shuttlew.).* Ann. of Botany 12. 1898. 155.
— *Beitrag zur Kenntnis der Melampsorella Caryophyllacearum (DC.) Schroet.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 17. 1899. 337.
— *Einige Bemerkungen zu Emil Jacky's Arbeit über die Compositen bewohnenden Puccinien vom Typus des Puccinia Hieracii etc.* Hedwigia 39. 1900. 147.
— *Dritter Beitrag zur Pilzflora von Franken.* Abh. naturh. Gesellsch. Nürnberg 13. 1900.
— Über E. Fischer, *Die Uredo- u. Teleutosporenform von Aecidium elatinum.* Naturwiss. Rundschau 16. 1901. 587.
— *Ein Beitrag zur Geschichte der Unterscheidung des Kronenrostes der Gräser in mehrere Arten.* Österr. bot. Zeitschr. 51. 1901. 89.
— *Über Cronartium ribicola Dietr.* Notizbl. K. bot. Garten u. Museum Berlin. Nr. 29. 1902. 183.
— *Über eine Function der Paraphysen von Uredolagern, nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Gattung Coleosporium.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 20. 1902. 334.

Märkisches Volksblatt 1878. 255. n. v.

Main, P., (Brief an die Redaction). Revue Horticole 1864. 348.

Marchal, E., *Recherches sur la Rouille des Céréales. Résultats d'une Enquête sur la Rouille des Céréales en Belgique.* Brüssel 1903.

Marchal, P., *Les Cécidomyies des Céréales et leur Parasites.* Ann. soc. entomol. de France 66. 1897. 1—105. [p. 43!]

Marshall, W., *The Rural Economy of Norfolk.* London 1795. 359. n. v. (nach Plowright).

— *The Rural Economy of the Midland Counties.* 2. 1790. 11. n. v. (nach Plowright).

Massalongo, C., *Sulla Scoperta in Italia della Calyptospora Goeppertiana.* Bullett. d. Soc. bot. ital. Firenze 1892. 236. n. v. (Bot. Jahresb.)

Massee, G., *On the Presence of sexual Organs in Aecidium.* Ann. of Bot. 2. 1888. 47. n. v. (Bot. Jahresb.)

— *The Cereal Rust Problem. Does Eriksson's Mycoplasma exist in Nature?* Natural Science 15. 1899. 337. n. v.

Mer, E., *Le Chaudron du Sapin.* Revue générale de Bot. 6. 1894. 152.

Meyen, F. J. F., *Pflanzen-Pathologie.* Berlin 1841.

Meyer, E. H. F., *Geschichte der Botanik.* Königsberg 1854—57.

Michelsen, *Birnbaum-Gitterrost.* Fühling's landw. Zeitung 1875. 864.

Möller, H., *Über die Cultur flechtenbildender Ascomyceten ohne Algen.* Untersuchungen aus dem forst-botan. Institut Münster. 1887. n. v. Referat darüber von E. Fischer, Bot. Zeit. 1888. 157.

— *Über die sogenannten Spermatien der Ascomyceten.* Botan. Zeitung 46. 1888. 421.

Monteton, Baron von, *Nachricht von dem im J. 1800 in Priort, havelländischen Kreises, unweit Potsdam entstandenen und dem Einflusse des Berberitzen-Strauches beygemessenen Verderben eines beträchtlichen Theils des Winter-Roggens;* zur öffentlichen Vorlesung i. d. Versamml. d. märk. öcon. Gesellsch. am 9. Nov. 1804 bestimmt. Der Reichsanzeiger 1805. 323. Kgl. Bibl. Berlin.

Müller, F., *Eine neue Puccinia vom Typus der P. dispersa Eriksson.* Botan. Centralbl. 83. 1900. 76.

— *Beiträge zur Kenntnis der Grasroste.* Beihefte 10 zum Bot. Centralblatt 1901. 181.

Müller, J., *Die Rostpilze der Rosa- und Rubusarten und die auf ihnen vorkommenden Parasiten.* Landw. Jahrb. 15. 1886. 719.

Mussat, M., *Dispersion des spores du Podisoma Juniperi.* Bull. Soc. Linn. Paris 1874. 4 nov. (cfr. Bot. Zeit. 1875. 782).

Nawaschin, S., *Über das Vorkommen des Gymnosporangium tremelloides R. Hartig bei Moskau.* Scripta botanica horti Petropolitani 1888. 177. Russisch mit deutschem Résumé.

— *Über eine neue Puccinia-Form auf Stipa pennata.* Übersicht Leistung. Bot. Russland 1892. St. Petersburg 1894. 146. n. v.

— *Über eine neue Sclerotinia, verglichen mit Sclerotinia Rhododendri Fischer.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 12. 1894. 117.

Neger, F. W., *Beiträge zur Biologie der Erysipheen.* Flora 90. 1902. 221.

Nestler, A., *Über einen in der Frucht von Lolium temulentum L. vorkommenden Pilz.* Ber. Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 207.

Neumann, R., *Über die Entwickelungsgeschichte der Aecidien und Spermogonien der Uredineen.* Hedwigia 33. 1894. 346.

Newcombe, F. C., *Perennial Mycelium of the Fungus of Blackberry-Rust.* Journal of Mycology 6. 1890. 106.

Nielsen, P., *Om Rusten paa Kornarterne og „Berberis fejden".* Ugeskrift for Landmaend udg. af J. V. T. Hertel og S. C. A. Tuxen. 4. R. 8. 1874. 161 ff. Kgl. Bibl. Kopenhagen.

— *Bemerkninger om nogle Rustarter, navnlig om en genetisk Forbindelse mellem Aecidium Tussilaginis Pers. og Puccinia Poarum n. sp.* Botan. Tidsskrift 3 R. 2. 1877. 26.

— s. Rostrup, Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884.

Nobbe, F. u. **Hiltner,** L., *Künstliche Überführung der Knöllchenbacterien von Erbsen in solche von Bohnen (Phaseolus).* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 6. 1900. 449.

Neues Hannöverisches Magazin. Jahrgang 1805, p. 154. 298. 574. 671. 747. 795. 798.

Nordstedt, O., (Notiz über Cronartium Ribicola und Peridermium Strobi). Bot. Notiser 1888. 236.

Nypels, P., *La germination de quelques Écidiospores.* Mém. Soc. Belge de Micr. 22. 1898. 103.

— *Le Peridermium du Weymouth.* Bull. Soc. centr. forestière de Belgique 1900. 577.

Nyman, C. F., *Conspectus Florae Europaeae.* Örebro 1878—82.

Örsted, A. S., *Forelöbig beretning om iagttagelser, hvorved det godtgjöres, at Podisoma Sabinae Dicks. og Roestelia cancellata Jacq. ere vexlende generationer af samme svampeart.* Bot. Notiser 1865. 105—107.

— *Compte rendu provisoire* etc. *Vorläufige Berichterstattung über einige Beobachtungen, welche beweisen, dass Podisoma Sabinae, welches auf den Zweigen von Juniperus Sabina wächst, und Roestelia cancellata, welche die Blätter der Birnbäume angreift, wechselnde Erzeugnisse derselben Pilzart sind.* Französisch geschriebenes Druckblatt von 3 Seiten, vom Verf. versandt, referiert Botanische Zeitung 1865, p. 291—293.

— *Om Berberisrust og Graesrust.* Kopenhagen 1866. n. v.

— *Indpodningsforsög, hvorved det bevises, at der finder et generationsskifte Sted mellem den paa Enens Grene snyltende Baevrerust (Podisoma juniperinum) og den paa Rönnens Blade voxende Hornrust (Roestelia cornuta).* Oversigt k. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. 1866. 185. Mit französ. Résumé: *Nouvelles observations sur un champignon parasite, dont les deux générations alternantes (Roestelia cornuta — Podisoma juniperi) habitent sur deux plantes hospitalières différentes.* Resumé du Bull. de la Soc. Roy. Danoise des Sciences 1866. 15.

— *Nye Inpodningsforsög med Snyltesvampe, hvis vexlende generationer voxe paa Vaertplanter, henhörende till to forskjellige Familier.* Oversigt 1867. 208. Résumé: *Nouveaux essais de semis faits avec des champignons parasites dont les générations alternantes habitent sur des plantes hospitalières appartenantes à deux familles différentes.* Résumé 1867. 38.

— *Über Roestelia lacerata (Sow.), nebst Bemerkungen über die anderen Arten der Gattung Roestelia.* Botan. Zeitung 1867. 222.

— *Om en saeregen hidtil ukjendt udvikling hos visse Snyltesvampe og navnlig om den genetiske forbindelse mellem Saevenbommens Baevrerust og Paeretraeets Gitterrust (Roestelia cancellata).* Det Kongl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter 7, 1868, p. 565. n. v.

Oltmanns, F., *Über die Sexualität der Ectocarpeen.* Flora 86. 1899. 86.

Otth, G., *Fünfter Nachtrag zu dem in Nr. 15—23 der Mitteilungen enthaltenen Verzeichnis schweizerischer Pilze.* Mitteil. naturf. Gesellsch. Bern 1865. 175.

Oudemans, C. A. J. A., *Eine Rectification.* Hedwigia 29. 1890. 44.

— *Révision des Champignons tant supérieurs qu'inférieurs trouvés jusqu'à ce jour dans les Pays-Bas.* Verhand. K. Akad. van Wetensch. te Amsterdam 2. sect. deel 2. Amsterdam 1902.

Pabst, *Lehrbuch der Landwirtschaft.* 5. Aufl. 1. 1862. 252. n. v.

Pazschke, O., *Über das Aecidium von Puccinia australis Körn.* Hedwigia 33. 1894. 84.

Pax, F., *Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen.* Engler u. Drude, Die Vegetation der Erde. Bd. 2. Leipzig 1898.

Persoon, C. H., in Gmelin, *Syst. natur. Linn.* 2. 1791. 1473.

— *Observationes mycologicae.* 1. 1796. 2. 1799.

— *Tentamen Dispositionis Methodicae Fungorum.* Leipzig 1797. Kgl. Bibl. Berlin.

— *Synopsis methodica Fungorum.* Göttingen 1801. Kgl. Bibl. Berlin.

Peyritsch, J., s. Magnus, *Die von J. Peyritsch usw.* 1892/93.

Plowright, Ch. B., *On the relationship of Aecidium Berberidis Pers. to Puccinia graminis Pers.* (1881). Grevillea 10. 1881/82. 33.

— *Some observations on the Germination of the Uredines* (1881). Grevillea 10. 1881/82. 136—142. n. v.

— *On the Connection of the Wheat Mildew with the Barberry.* Gardeners' Chronicle 18. 1882. 231.

— *Puccinia Rubigo vera.* Daselbst 296.

— *The Wheat Mildew. Can Wheat Mildew propagate itself apart from the Barberry?* Daselbst 331.

— *Podisoma Juniperi and Roestelia lacerata.* Daselbst 553.

— *On the autumnal Rust of Grasses.* Daselbst 691.

— *Experiments on the Heteroecism of the Uredines.* Grevillea 11. 1883. 8—9. 52—57.

— *Classification of the Uredines.* Daselbst 116.

— *Das Aecidium von Puccinia arundinacea.* Hedwigia 1883. 118.

— *Aecidium upon Mahonia.* Gard. Chron. 19. 1883. 736.

— *Mahonia aquifolium as a nurse of the wheat mildew (Puccinia graminis).* Proceed. Royal Soc. 36. 1883. 1—3.

— *On the Life-history of the Dock Aecidium.* Daselbst 47—50.

— *Wheat Mildew and Barberry.* Gardeners' Chronicle 21. 1884. 767.

— *Uredo, Puccinia and Aecidium.* Gard. Chron. 22. 1884. 596.

— *Aecidium Bellidis* DC. Grevillea 12. 1884. 86.

— *Aecidium Ranunculacearum* DC. Botan. Gazette 9. 1884. 132.

— *Aecidium Jacobaeae Grev. Aecidium Ranunculacearum DC.* Journal of Botany 22. 1884. 214.

— *Note on the British Gymnosporangia.* Daselbst 22. 1884. 347.

— *On the Life-History of Aecidium Bellidis DC.* Journ. Linn. Soc. London 20. 1884. 511. (s. auch Hedwigia 25. 1885. 37. n. v.).

— *On the Aecidiospores of Puccinia Vincae.* Gard. Chron. 24. 1885. 108.

— *On the Life-History of certain British Heteroecismal Uredines (The Ranunculi Aecidia and Puccinia Schoeleriana).* Quart. Journ. Micr. Science n. s. 25. 1885. 164.

Plowright, Ch., *Reproduction of the Heteroecious Uredines.* Journ. Linn. Soc. London 21. 1885. n. v.
— *Corn Mildew and Barberry Blight.* Gard. Chron. 25. 1886. 437.
— *Experimental observations on certain British Heteroecious Uredines.* Journ. Linn. Soc. London 24. 1887. 88.
— *The Connection of Wheat-Mildew (Puccinia graminis Pers.) with the Barberry-Aecidium (Aec. Berberidis Gmel.).* Records of the Woolhope Transactions 1887. Hereford 1887. Abgedruckt in G. v. Lagerheim, Bot. Centralbl. 54. 1893. 326. S. auch Plowright, Gard. Chron. 18. 1882. 331.
— *Heteroicous Fungi. Puccinia extensicola. Gymnosporangium confusum.* Gard. Chron. 4. 1888. 18.
— *Heteroicism in Fungi.* Daselbst 135.
— *Experimental observations on certain British heteroecious Uredines.* Journ. Linn. Soc. London 24. 1888. 88.
— *A Monograph of the British Uredineae and Ustilagineae with an account of their biology including the methods of observing the germination of their spores and of their experimental culture.* London 1889.
— *Heteroecismal Fungi.* Journ. Royal Horticult. Soc. 12. 1890. CIX. n. v.
— *Aecidium Glaucis.* Gard. Chron. 7. 1890. 682.
— *The Life-History of Aecidium Glaucis.* Daselbst 7. 1890. 746.
— *British Uredineae.* Daselbst 8. 1890. 41.
— *Heteroecismal Fungi.* Woolhope Club Transactions. 1883—1885. Erschienen 1890. n. v.
— *Einige Impfversuche mit Rostpilzen.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 130.
— *Diseases of Plants. A course of lectures delivered before the Royal college of Surgeons.* Gardeners' Chronicle 9. 1891. 211 ff. Hieraus: The heteroecismal Uredineae, S. 459, 524, 554.
— *Aecidium on Paris quadrifolia. Cronartium Ribicola.* Gard. Chron. 12. 1892. 137.
— Journ. Linn. Soc. 30. 1893 s. Plowright and Thompson.
— *Experimental Researches on the Life History of certain Uredineae.* Grevillea 21. 1893. 109.
— *Recent observations of Professor Eriksson on the Rusts of our Cereals.* Gard. Chron. 24. 1898. 269 [s. auch Brit. Mycol. Soc. Transact. 1897/98. 76].
— *Barberry and Wheat Mildew.* Gard. Chron. 23. 1898. 45.
— *On the recent Addition to our knowledge of the Uredineae and Ustilagineae with special reference to British species.* Trans. Brit. Mycol. Soc. 1898/99. Auszug Bull. soc. myc. France 16. 1900. 236. n. v.
— *Notes on Peridermium Plowrightii.* Gard. Chron. 25. 1899. 415.
— *Observations sur la Biologie de certaines Urédinées relatives à la valeur de certaines espèces biologiques.* Congrès internat. de Bot. à l'Expos. Univ. de 1900. Paris. 1—10. Oct. Extr. du Compt. rend. 132—134. n. v.
Plowright, Ch. B. and **Thompson,** W., *On the Life-history of the Aecidium on Paris quadrifolia.* Journ. Linn. Soc. London. Bot. 30. 1893. 43.
Poirault, G., *Les Urédinées et leurs Plantes nourricières.* Journal de Botanique Juni—Oct. 1890. Supplément daselbst 1893 u. 94.
— G., *Germination tardive des spores de Roestelia cancellata Reb.* Journ. d. Bot. 6. 1891. 59. n. v.
— *Les phénomènes de Karyokinèse dans les Urédinées.* Compt rend. 121. 1895. 178.

Poirault, G. et **Raciborski,** M., *Sur les noyaux des Urédinées.* Journ. de Bot. 9. 1895. 318 u. 381.

Popta, C. M. L., Beitrag zur Kenntnis der Hemiasci. Flora 86. 1899. 1.

Preuss, C. G. in *Sturm, Deutschlands Flora* 3. Abt., Bd. 6. S. 5 [beschreibt *Puccinia sertata,* einen *P. coronata* ähnlichen Pilz, „auf dem gemeinen Rohr"].

Prillieux, Ed., *Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestier causées par des parasites végétaux.* Paris 1895.

Rapport sur les travaux de la Société d'agriculture et de commerce de Caen, depuis le 10 mai 1805 jusqu'au 19 juin 1809 in Précis des travaux de la Soc. roy. d'agric. et de commerce depuis son rétablissement en 1801 jusqu'en 1810, par P.-A. Laire. Caen 1827. p. 54 ff. Kgl. Bibl. Berlin.

Rathay, E., *Vorläufige Mitteilung über den Generationswechsel unserer einheimischen Gymnosporangien.* Oesterr. Botan. Zeitschr. 30. 1880. 241.

— *Vorläufige Mitteilung über die Spermogonien der Aecidiomyceten.* Als Fußnote in dem Aufsatze: Über nectarabsondernde Trichome einiger Melampyrum-Arten. Sitzungsber. K. Akad. d. Wiss. Wien. 81. 1880. 55.

— *Über einige autöcische und heteröcische Uredineen.* Verh. zool.-bot. Gesellsch. 31. 1881. 11 (Wien 1882).

— *Über das Eindringen der Sporidienkeimschläuche der Puccinia Malvacearum Mont. in die Epidermiszellen der Althaea rosea.* Verh. zool.-bot. Gesellsch. Wien. 31. 1882. 9.

— *Untersuchungen über die Spermogonien der Rostpilze.* Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. Wien. 46. 1883. 21. Referat Bot. Zeit. 1882. 901.

Reess, M., *Chrysomyxa Abietis Ung. und die von ihr verursachte Fichtennadelnkrankheit.* Bot. Zeit. 1865. 385.

— *Die Rostpilzformen der deutschen Coniferen.* Abhandl. Naturf. Gesellsch. Halle 11. 1869.

Reichardt, H. W., *Über einige neue und seltenere Pilze der österreichischen Flora.* Verh. zool.-bot. Gesellsch. Wien 27. 1877. 841.

Der **Reichsanzeiger** *oder allgemeines Intelligenzblatt zum Behuf der Justiz u. d. bürgerl. Gewerbe im Deutschen Reiche* usw. Jahrg. 1805. 300, 301, 323, 2365 bis 2368, 2697. Kgl. Bibl. Berlin.

Retzius, A. J., *Försök til en flora oeconomica Sueciae.* 2. Lund 1806. 431 u. 778. Stadtbibl. Hamburg.

— *Botanico-öconomisk Afhandling om Berberis-buskens Nytta och Skada.* Offentligen försvarad af F. A. Bissmarck. Lund 1807. n. v. (nach Eriksson.)

Richards, M. H., *The Uredostage of Gymnosporangium.* Botan. Gazette 14. 1889. 211.

Ritzema Bos, J., *L'anguillule de la Tige (Tylenchus devastatrix Kühn) et les Maladies des Plantes dues à ce Nématode.* Archives du Musée Teyler. 2. s. 3. 1892. 161.

Riem, J., Landwirtsch. Zeitung 1805. 256 u. 503.

Rivet, G., *Influence de Plantations d'Épine-vinette sur le développement de la Rouille des Ceréales.* Bull. Soc. bot. France 16. 1869. 331.

Roberge s. Desmazières.

Rönne, B. F., Landökon. Tidende 6. 1817. 77. n. v. (nach Nielsen.)

Rosen, F., *Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen II. Studien über die Kerne und die Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen.* Beitr. z. Biol. 6. 1892. 237. (Uredineen S. 255.)

Rostrup, E., *(Ein eigentümliches Generationsverhältnis bei Puccinia suaveolens [Pers.])* Forhandlingerne ved de Scand. naturforskeres 11. möde i Kjöbenhavn 1873. Kop. 1874. Ref. Botan. Zeitung 1874. 556.

— *Om en genetisk Forbindelse imellen Puccinia Moliniae Tul. og Aecidium Orchidearum Desm.* Botan. Tidsskrift 2 R. 4. 1874. 10 (dänisch) und 237 (französisch).

— *Om de paa vore traeagtige Planter dog fortrinsvis paa Skovtraeerne optraedende Uredineer eller Rustsvampe.* Tidsskrift f. Skovbrug 2. 1877. 111.

— *Undersögelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovtraeer.* Tidsskr. f. Skovbrug 2. 1879. n. v.

— *Katalog over Kulturplanter, angrebne af parasitiske Svampe, udstillede i Sundsvall* 1882.

— *Mycologische Notizen.* Bot. Centralbl. 5. 1881. 126.

— *Fortsatte Undersögelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovtraeer.* Tidsskrift for Skovbrug 6. 1883. 190.

— *Rust og Berberis.* Om Landbrugets Kulturplanter og dertil hörende Fröavl No. 4. Kjöbenhavn 1884. n. v.

— *Nogle nye Iagttagelser angaaende heteroeciske Uredineer.* Oversigt K. Danske Vidensk. Selsk Forh. 1884. 1—20.

— *Fungi Groenlandiae.* Meddelelser an Grönland 3. 1888. 517—590.

— *Mykologiske Meddelelser* (I). Vid. Meddel. fra den bot. Foren. Kjöbenhavn 2. 1888. 88.

— *Det förste halve Hundrede af vaertskiftende Rustsvampe.* Daselbst 1889. 238—252.

— *Undersögelser over Snyltesvampes Angrep paa Skovtraeer.* Tidsskr. f. Skovbrug 12. 1889. 175.

— *Angreb af Snyltesvampe i danske Skove i Aarene 1889 og 1890.* Tidsskr. f. Skovväsen 3. 1891. 85.

— *Mykologiske Meddelelser.* Spredte Iagttagelser fra Aarene 1889—91. Botan. Tidsskrift 18. 1892. 65.

— *Mykologiske Meddelelser* (IV). Spredte Iagtt. fra 1892. Botan. Tidsskrift 19. 1894. 36.

— *Mykologiske Meddelelser* (VII). Spredte Iagtt. fra 1895—96. Botan. Tidsskr. 21. 1897. 37.

— *Vaertplantens Indflydelse paa Udviklingen af nye Arter af parasitiske Svampe.* Oversigt K. Danske Vidensk. Selsk. Forh. 1896. 113.

— *Biologiske Arter og Racer.* Botan. Tidsskrift 20. 1896. 116.

— *Et nyt Vaertskifte hos Uredineerne og Konidier hos Thecaphora Convolvuli.* Oversigt K. Danske Vidensk. Selsk. Forh. 1898. 269.

Rothe, *Die rechte Mitte in Bezug auf Landwirtschaft.* Lissa 1854. n. v.

Saccardo, P. A., *Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum.* Bd. 7. Patavii 1888.

Sanford, E., *Microscopical Anatomy of the common Cedar-Apple (Gymnosporangium macropus).* Ann. of Bot. 1. 1887/88. 263. n. v.

Sappin-Trouffy, P., *La Pseudo-Fécondation chez les Uredinées et les phénomènes qui s'y rattachent.* Compt. rend. 116. 1893. 1304.

— *Recherches histologiques sur la famille des Urédinées.* Le Botaniste 5. 1896/97. 59—244.

Schaudinn, F., *Der Generationswechsel der Coccidien und Haemosporidien. Eine Zusammenfassung der neueren Forschungsresultate.* Zoolog. Centralbl. 6. 1899. 705.

— *Studien über krankheitserregende Protozoen. I. Cyclospora caryolytica Schaud., der Erreger der perniciösen Enteritis des Maulwurfs.* Arb. K. Gesundheitsamt 18. 1902. 378.

Schinz H. und **Keller** R., *Flora der Schweiz.* Zürich 1900.

Schlipf, *Lehrbuch der Landwirtschaft f. d. Mittelstand.* 2. 74. n. v.

— *Populäres Handbuch der Landwirtschaft.* 3. Aufl. 98. n. v.

Schmitz, F., Weitere Ergebnisse seiner Untersuchungen *über die Zellkerne der Thallophyten.* Verh. naturhist. Verein. d. preuss. Rheinlande u. Westfalens. 37. 1880. Sitzungsber. S. 122 ff. (195!)

Schöler, N. P., *Om Berberissens skadelige Indflydelse isaer paa Rugen.* 1813. n. v.

— *En Afhandling om Berberissens skadelige Virkning paa Saeden.* Landökon. Tidende udg. af Joh. Chr. Drewsen. Kopenhagen 8. 1818. 289 ff. Kgl. Bibl. Kopenhagen.

Schöpf, *Reise durch die mittleren und südlichen vereinigten nordamerikanischen Staaten.* Erlangen 1788. 1. Teil. 56. n. v. (nach G. F. Koch).

Schöyen, M. W., *Rust paa Stokroser.* Norsk Havetidende 1896. n. v. (Nach Bot. Jahresbericht für 1896.)

Schroeter, J., *Die Brand- und Rostpilze Schlesiens.* Abhandl. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kult. Abt. f. Naturw. 1869—72.

— *Referat über „Entwickelungsgeschichte einiger Rostpilze."* Schles. Gesellsch. f. f. vaterl. Cultur. 51. Jahresber. 1873. 103.

— *Melampsorella, eine neue Uredineengattung.* Hedwigia 13. 1874. 81. n. v. (Bot. Jahresber.).

— *Beobachtungen über die Zusammengehörigkeit von Aecidium Euphorbiae Pers. und Uromyces Pisi (Str.).* Hedwigia 14. 1875. 98.

— *Über einige amerikanische Uredineen.* Hedwigia 1875. 161 u. 177. n. v. (Bot. Jahresber.).

— *Entwickelungsgeschichte einiger Rostpilze.* Beitr. z. Biol. 1, Heft 3. 1875. 1.

— *Entwickelungsgeschichte einiger Rostpilze* (Fortsetzung). Daselbst 3, Heft 1. 1879. 51—94.

— *Pilze 1.* 1889. in Cohn, *Kryptogamenflora v. Schlesien* (der die Rostpilze behandelnde Teil ist bereits 1887 erschienen).

— *Zur Entwickelungsgeschichte der Uredineen.* Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 71. Jahresber. 1893. Bot. Sect. 31.

v. Schwerz, J. N., *Anleitung zum practischen Ackerbau.* Stuttgart 1823 u. 25. n. v.

Semadeni, O., *Kulturversuche mit Umbelliferen bewohnenden Rostpilzen.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 10. 1903. 522—524.

Settegast, O., *Die Einwirkung des Berberitzenstrauches (Berberis vulgaris) auf Rostbildung beim Getreide.* Annal. d. Landwirtsch. i. d. K. Preuss. Staaten 1864. Wochenblatt Nr. 42. 374. Naturhist. Mus. Hamburg [s. auch Landwirtsch. Centralbl. f. Deutschland 12. Jahrg. Bd. 2. 1864. 383. Naturh. Mus. Hamburg].

Shirai, M., *On the genetic Connection between Peridermium giganteum (Mayr.) Tub. and Cronartium quercuum (Cke.) Miyabe.* Botan. Magazine 13. 1899. 74. n. v. (Bot. Jahresb.)

Shirai, M., *Über den genetischen Zusammenhang zwischen Roestelia Koreaensis P. Henn. und Gymnosporangium japonicum Syd.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 1.

Smith, W. G., *Hollyhock Disease.* Gard. Chron. 18. 1882. 151.

— *Sweet William Fungus.* Daselbst 21. 1884. 120. (s. auch daselbst S. 57 und Plowright daselbst S. 88).

— *Disease of Lily of the Valley.* Daselbst 22. 1884. 12.

— *Aecidium Berberidis, Abnormal Growth.* Daselbst 308.

— *Uredo, Puccinia and Aecidium.* Daselbst 22. 1884. (498), 534, 660.

— *Corn Mildew and Barberry Blight.* Daselbst 25. 1886. 309.

Soppitt, H. T., *The Lily of the Valley Fungus.* Gard. Chron. 7. 1890. 643.

— *Puccinia Digraphidis.* Journ. of Botany 28. 1890. 213.

— *Aecidium leucospermum DC.* Journ. of Botany 31. 1893. 273.

— *Some Observations on Puccinia Bistorta, Str.* Grevillea 22. 1893. 45—47.

— *A remarkable Puccinia.* Gard. Chron. 18. 1895. 773.

— *Bemerkungen über Puccinia Digraphidis Soppitt.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 7. 1897. 8.

Sorauer, P., *Peridermium Strobi Kleb.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1. 1891. 183 u. 366.

— *Das Verhalten des Getreiderostes in trockenen und nassen Jahren.* Daselbst 4. 1894. 121. (Einfluss der Witterung u. der Lage auf das Auftreten des Getreiderosts.)

Sorokin, N., *Notiz über die Verbreitung des Cronartium.* Hedwigia 1876. 84—87. 145—146. n. v.

Sowerby, J., *English Botany.* 1. 1790. 49. Stadtbibl. Hamburg.

Sprengel, C., *Caroli Linnaei Systema Vegetabilium.* Ed. 16. Vol. 4. part. 1. Göttingen 1827.

— Reichsanzeiger 1805. 2697.

Stahl, E., *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten.* Bot. Zeit. 1874. 177.

— *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten. 1. Über die geschlechtliche Fortpflanzung der Collemaceen.* Leipzig 1877.

— s. Schroeter, Beitr. z. Biol. 3, 1. 1879. 65.

Staudinger, L. A., *Beobachtungen über das Mutterkorn und den Rost im Getreide von 1799—1830 gesammelt.* Isis von Oken 1832. 262.

Stebler, F. G., u. **Schroeter**, C., *Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz.* Nr. X aus *Beiträge zur Kenntnis der Matten u. Weiden der Schweiz. 1887—92.* Landwirtsch. Jahrbüch. der Schweiz. Bern 1892. 1—118. Referat in Engler, Botan. Jahrbüch. 17. 1893. 17.

v. Strauss, Ann. Wett. Ges. f. Nat. 2. 1811. n. v.

Sydow, P., *Uredineen.* Fasc. 13 u. 14. 1892.

— *Mycotheca Marchica.* Cent. 36. 1892.

— *Erwiderung.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 11. 1893. 232.

— *Puccinia Winteriana P. Magn.* Hedwigia 1894. 205.

v. Tavel, F., *Bemerkungen über den Wirtswechsel der Rostpilze.* Ber. Schweiz. Bot. Gesellsch. 3. 1893. 97.

Thaxter, R., *On certain Cultures of Gymnosporangium, with Notes on their Roesteliae.* Proceed. Americ. Acad. Arts and Scienc. N. S. 14. 1887. 259.

— *Notes on Cultures of Gymnosporangium made in 1887 and 1888.* Botan. Gazette 14. 1889. 163.

— *The Connecticut species of Gymnosporangium (Cedar apples).* The Connecticut Agricult. Experim. Station. Bull. Nr. 107. New Haven 1891.

Thomas, Fr., *Über zwei neue Fälle der Symbiose von Gallmückenlarven mit Uredineen.* Irmischia 6, Nr. 9, 1886. n. v.

— *Zum Gitterrost der Birnbäume.* Gartenflora 1891. 62.

v. Thümen, F., *Ist der Berberitzenrost notwendig zur Erzeugung des Grasrostes?* Österr. Landw. Wochenbl. 1883. n. v. (Bot. Jahresber.)

— *Aphorismen über den sogenannten Generationswechsel der Pilze, speziell der Uredineen.* 5. Bericht d. Bot. Vereins zu Landshut. 1875. 1—8.

— *Mycotheca universalis.* Cent. 12. Wien 1878.

— *New Species of North American Uredinei.* Bull. Torrey Bot. Club 6. 1878. 215—216.

— *Melampsora salicina, der Weidenrost.* Mitteil. a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs. 2, Heft 1. 1879.

— *Die Blasenrostpilze der Coniferen. Monographie der Gattung Peridermium Lév.* Daselbst 2, Heft 3. 1881.

Tommesen, *Bidrag til Berberissens Forsvar.* 1814. n. v. (nach Nielsen).

Trail, J. W. H., *Revision of the Uredineae and Ustilagineae of Scotland.* Scott. Naturalist 2. ser. 4. 1890.

de Toni, J. B., *Sylloge Ustilaginearum et Uredinearum.* 1888. s. Saccardo. Sylloge.

Tranzschel, W., *Kulturversuche mit Caeoma interstitiale Schlechtd. (= C. nitens Schw.).* Hedwigia 1893. 257.

— Arbeiten der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft. 25. Sitzungsber. 1894. 22. s. Magnus, Notizbl. k. Bot. Garten u. Museum Berlin Nr. 29 1902. 183.

— s. auch Gobi.

Trelease, W., *Heteroecismal Uredineae.* Journ. of Mycology 1. 1885. 25. (Zusammenstellung der damals bekannten heteröc. Ured.)

Treviranus, G. R., *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur.* 2. 1803.

Treviranus, L. C., *Physiologie der Gewächse.* 2. 1838.

Trog, J. G., *Dritter Nachtrag zu dem in Nr. 15—23 der Mitteilungen enthaltenen Verzeichnis schweizerischer Schwämme.* Mitteil. naturf. Gesellsch. Bern. 1857. 46.

v. Tubeuf, C., *Über seine Infektionsversuche mit Gymnosporangium-Arten.* Botan. Centralbl. 46. 1891. 19.

— *Generations- und Wirtswechsel unserer einheimischen Gymnosporangium-Arten und die hierbei auftretenden Formveränderungen.* Centralbl. f. Bact. 9. 1891. 89—99. 167—171.

— *Mitteilungen über einige Pflanzenkrankheiten. V. Die nadelbewohnende Form von Gymnosporanginum juniperinum.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 3. 1893. 201.

— *Pflanzenkrankheiten durch kryptogame Parasiten verursacht.* Berlin 1895.

— *Über die Verbreitung von Pflanzenkrankheiten.* Forstl.-naturw. Zeitschr. 6. 1897. 320 u. 339.

— *Der Rindenblasenrost der Weymouthskiefer, eine Gefahr für Garten und Wald.* Praktische Blätter f. Pflanzenschutz 1. 1898. 11.

— *Vorläufige Mitteilung über Infektionsversuche mit Aecidium strobilinum.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 6. 1900. 428.

— *Die Überwinterung und Verbreitung des Gitterrosts der Birnbäume.* Deutsche Landwirtsch. Presse 1900. 216. n. v.

— *(Beobachtungen über den Wirtswechsel von Aecidium elatinum).* Deutsch. Bot. Gesellsch. 19. 1901. 433.

v. Tubeuf, C., *Beschreibung des Infektionshauses und der übrigen Infektions-Einrichtungen auf dem Versuchsfelde der Biologischen Abteilung in Dahlem.* Arbeiten der Biol. Abteil. des K. Gesundheitsamts 2. 1901. 161.

— *Infektions-Versuche mit Aecidium strobilinum (A. u. S.) Reess.* Daselbst 164.

— *Infektions-Versuche mit Peridermium Strobi, dem Blasenroste der Weymouthskiefer.* Daselbst 173.

— *Einige Beobachtungen über die Verbreitung parasitärer Pilze durch den Wind.* Daselbst 175.

— *Infektions-Versuche mit Gymnosporangium juniperinum auf den Nadeln von Juniperus communis.* Daselbst 177.

— *Infektionsversuche mit Uredineen der Weisstanne.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 241.

— *Weitere Einrichtungen auf dem Versuchsfelde der Biologischen Abteilung in Dahlem.* Arb. biol. Abt. K. Gesundheitsamt. 2. 1902. 364.

— *Infektionen mit Aecidium elatinum, dem Pilze des Tannenhexenbesens.* Daselbst 2. 1902. 368.

Tulasne, L. R. u. Ch., *Second Mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées.* Ann. sc. nat. 4. sér 2. 1854.

— *Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées.* Ann. sc. nat. 3. sér. 7. 1847. 12.

— *Selecta Fungorum Carpologia.* Paris 1861—65.

Unger, Fr., *Die Exantheme der Pflanzen.* Wien 1833.

Vestergren, T., Bidrag till Kännedomen om Gotlands Svampflora. Bih. t. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. 22, 3. No. 6. 1896.

Victrof, siehe Wheatcroft.

Vogl, A., *Mehl und die anderen Mahlprodukte.* Cap. II b in Entwürfe f. d. Codex aliment. Austriac. Zeitschr. f. Nahrungsmitteluntersuchung etc. 1898. 28.

de Vries, H., Die *Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten.* Verh. Gesellsch. Deutsch. Naturf. u. Ärzte. 73. Versamml. Hamburg 1901. (Leipzig 1902.)

— Die *Mutationstheorie* I. Leipzig 1901.

— *Die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich.* Deutsche Revue Dec. 1902.

Vuillemin, P., *Sur la fécondation des Puccininées.* Compt. rend. 116. 1893, 1464.

— *Recherches sur les Rouilles des Pins.* Bull. soc. d. scienc. de Nancy 1 mars 1894.

Wagner G., *Kulturversuche mit Puccinia silvatica Schröter auf Carex brizoides L.* Hedwigia 34. 1895. p. 228.

— *Beiträge zur Kenntnis der Puccinia silvatica Schröter und der Puccinia sessilis Schneider.* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 14. 1896. 212.

— *Zum Generationswechsel von Melampsora tremulae* Tul. Österr. Bot. Zeitschr. 56. 1896. 273.

— *Beiträge zur Kenntnis der Coleosporien und der Blasenroste der Kiefern (Pinus silvestris L. und P. montana Mill.)* I. II. Zeitschr. f. Pflanzenkr. 6. 1896. 9. III. Daselbst 8. 1898. 257. Nachtrag u. Berichtigungen daselbst 345.

Wallroth, F. W., *Flora cryptogamica Germaniae* P. 2. T. 4. Norimbergae 1833.

Ward, H. Marshall, *Illustrations of the Structure and Life-History of Puccinia graminis.* Annals of Botany 2. 1888/89. 217. Taf. 11. u. 12.

Ward, H. Marshall, *The Bromes and their Rust fungus (Puccinia dispersa).* Ann. of Bot. 15. 1901. 560.

— *On the question of „Predisposition" and „Immunity" in Plants.* Proc. Cambridge Philos. Soc. 11. 1902. 307. n. v.

— *Experiments on the effect of mineral starvation on the Parasitism of the Uredine-Fungus, Puccinia dispersa, on species of Bromus.* Proc. Roy Soc. 71. 1902. 138.

— *On Pure Cultures of a Uredine, Puccinia dispersa (Erikss.)* Daselbst 451.

— *On the Relations between Host and Parasite in the Bromes and their Brown Rust, Puccinia dispersa (Erikss.).* Ann. of Botany 16. 1902. 233.

Further Observations on the Brown Rust of the Bromes, Puccinia dispersa (Erikss.) and its adaptive Parasitism. Annales Mycologicae 1. 1903. 132.

— *On the Histology of Uredo dispersa (Erikss.) and the Mycoplasm Hypothesis.* Proc. Roy. Soc. 71. 1903. 353.

— *On the Histology of Uredo dispersa, Erikss., and the „Mycoplasm" Hypothesis.* Philos. Transact. Roy Soc. London Ser. B. Vol. 196. 1903. 29—46.

Warming, E., *Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie.* Berlin 1896.

Weise, *Zur Kenntnis des Weisstannenkrebses.* Mündener Forstliche Blätter Heft 1. 1892. 1—32. Ref. Zeitschr. f. Pflanzenkr. 3. 1893. 108.

Weiß, J., *Beobachtungen u. Erfahrungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten im Sommer 1900.* Prakt. Blätter f. Pflanzenschutz 3. 1900. 73.

Westendorp, G. D., *7. notice sur quelques Cryptogames récemment découvertes en Belgique.* Bull. Acad. R. d. Sc. de Belg. 21. part 2. 1854.

Wettstein, R., Ritter **v. Westersheim,** *Vorarbeiten zu einer Pilzflora der Steiermark.* Verhdl. K. K. zool.-bot. Gesellsch. Wien 38. 1888. 161.

— *Über Ergebnisse von Kulturversuchen mit heteröcischen Uredineen.* Sitzungsb. K. K. zool.-bot. Gesellsch. Wien 40. 1890. 44.

Wheatcroft, *Observations sur l'influence maligne que l'Epine-vinette exerce sur le blé qui croit dans son voisinage.* Mém soc. roy. d'agricult. et de commerce de Caen. 3. 1830. 32. Kgl. Bibl. Berlin.

Willdenow, C. L., *Observationes Botanicae.* Römer u. Usteri, Magazin f. d. Bot. 4. 1788. 7—19. Univ. Bibl. Göttingen.

— *Bemerkungen über einige Bauchpilze.* Beiträge zur Naturkunde von Fr. Weber u. M. H. Mohr. 1. Kiel 1805. 132. Stadtbibl. Hamburg.

Windt, G. L., *Der Berberitzenstrauch, ein Feind des Wintergetreides. Aus Erfahrungen, Versuchen u. Zeugnissen.* Bückeburg u. Hannover 1806. Univ.-Bibl. Göttingen.

Winter, G., *Cultur der Puccinia sessilis Schr. und deren Aecidium.* Sitzungsber. naturf. Gesellsch. Leipzig 1874. 41—43.

— *Über das Aecidium der Puccinia arundinacea.* Hedwigia 14. 1875. 115.

— *Bemerkungen über einige Uredineen und Ustilagineen.* Hedwigia 1880. 105—110.

— *Die Pilze, 1.* 1880—1884 in Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Aufl.

Withering, W., *A Botanical Arrangement of all the Vegetables naturally growing in Great Britain.* Birmingham 1776. Kgl. Bibl. Berlin.

Wörnle, P., *Anatomische Untersuchung der durch Gymnosporangium-Arten hervorgerufenen Missbildungen.* Forstl.-naturw. Zeitschr. 3. 1894. 68 u. 129.

Wolff, R., *Zugehörigkeit des Peridermium Pini Lév. zu Coleosporium Compositarum Lév. form. Senecionis.* Botan. Zeitung 1874. 184.

— *Aecidium Pini und sein Zusammenhang mit Coleosporium Senecionis.* Riga 1876. n. v.

— *Beitrag zur Kenntnis der Schmarotzer-Pilze. Entwickelungsgeschichte des Kiefernblasenrosts, Aecidium Pini Pers., Erzeuger des Blasenrosts an der Nadel und der Rinde verschiedener Kiefern-Arten, der vom Forstmann mit den Namen „Krebs, Räude, Brand der Kiefern, Kienzopf" bezeichneten Krankheitserscheinungen und Angabe der geeigneten Gegenmassregeln.* Landwirtsch. Jahrbücher 6. 1877. 723 ff.

Woronin, M., *Untersuchungen über die Entwickelung des Rostpilzes (Puccinia Helianthi), welcher die Krankheit der Sonnenblume verursacht.* Bot. Zeit. 1872. 677.

— *Über die Sclerotienkrankheit der Vaccinium-Beeren.* Mém. acad. imp. d. Scienc. de St. Petersburg. 7. ser. t. 36. 1888. Nr. 6.

— *Sclerotinia heteroica Wor. et Naw. Nachträgliche Notiz zu S. Nawaschin's Mitteilung: „Über eine neue Sclerotinia, verglichen mit Sclerotinia Rhododendri Fischer."* Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 12. 1894. 187.

Woronin, M. und **Nawaschin,** S., *Sclerotinia heteroica.* Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 129 u. 199.

Wüthrich, E., *Über die Einwirkung von Metallsalzen und Säuren auf die Keimfähigkeit der Sporen einiger der verbreitetsten parasitischen Pilze unserer Kulturpflanzen.* Zeitschr. f. Pflanzenkr. 2. 1892. 16 u. 81 (84—86!).

Young, A., *[Antworten auf ein Fragecircular betreffend Getreiderost.]* Annals of Agricult. 43. 1805. 457. (nach Plowright, Brit. Ured. 51. u. Landw. Zeitung 1806).

Yvart, J. A. Victor, *Objet d'intérêt public (l'influence de l'épine-vinette) recommandé à l'attention du Gouvernement et de tous les amis de l'agriculture.* 8. Paris Mme. Huzard. 1816. [Bibl. der Soc. roy. d'agric. in Caen. Catalog 1829, S. 12!] n. v.

Zukal, H., *Untersuchungen über die Rostpilzkrankheiten des Getreides in Oesterreich-Ungarn.* Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien 1. Abt. 1899. 108.

— Autorreferat in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 16.

Nachträge:

Bachmann, *Grundsätze der Deutschen Landwirtschaft.* 1806. 500. n. v.

Ratzeburg, *Standortsgewächse und Unkräuter.* 1859. 70. u. 442. n. v.

Tranzschel, W., *Versuche mit heteröcischen Rostpilzen.* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 11. 1903. 106. [Nach Schluss der Liste erschienen, vgl. Text S. 311 (*Puccinia Karelica* Tranzsch.), 322, 356, 391.]

Allgemeiner Teil.

I. Begriff des Wirtswechsels und Vorkommen desselben.

Die wirtswechselnden Organismen sind Schmarotzer, die derartig an zwei (seltener drei) verschiedene lebende Nährsubstrate, Tiere oder Pflanzen, gebunden sind, dass sie zu ihrer vollständigen Entwickelung beider (oder aller drei) Wirte in regelmässiger Abwechselung bedürfen. Gewöhnlich ist mit dem Wirtswechsel zugleich ein Wechsel in der morphologischen Ausgestaltung des Schmarotzers und ein mehr oder weniger ausgeprägter Wechsel in der Art und Weise der Vermehrung verknüpft.

Im Tierreiche ist der Wirtswechsel in einigen Abteilungen der Würmer, der Arthropoden und der Protozoen entwickelt. In der Regel handelt es sich um zwei, mitunter auch um drei Wirte. In bezug auf die Auswahl der Wirte besteht vielfach eine gewisse Freiheit; der Schmarotzer ist nicht immer auf ganz bestimmte Arten oder Gattungen angewiesen, sondern vermag manchmal in ziemlich verschiedenartigen Angehörigen einer grösseren Gruppe sein Fortkommen zu finden. Die grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiete verdanken wir Küchenmeister und namentlich Leuckart; ferner haben Thomas, Braun, Melnikoff, Fedtschenko, Schneider und später noch manche andere Beiträge geliefert. Die nachfolgenden kurzen Angaben, die zum Vergleich mit dem Verhalten der Rostpilze nützlich sein könnten, sind im wesentlichen aus den Lehrbüchern von Claus und R. Hertwig, sowie aus den weiter unten noch angegebenen Quellen entnommen.

Unter den Trematoden sind die Distomeen wirtswechselnd, und zwar befallen sie in der Regel nach einander drei Wirte. Die aus den Eiern schlüpfenden Larven wandern in ein Wassertier, meist eine Schnecke ein und werden hier zur Sporocystis oder Redia. Diese erzeugt Cercarien, die frei werden, ein zweites Wassertier (Schnecke, Insekt, Krebs, Wurm, Fisch) aufsuchen und in diesem zum eingekapselten Distomum werden. Wird das Wohntier von einem höheren Tier (Schaf, Ziege, Rind, Schwein etc.) gefressen oder zufällig verschluckt, so entsteht in diesem das geschlechtsreife Distomum. In manchen Fällen ist

diese Entwickelung vereinfacht, in anderen ist sie etwas komplizierter (Claus 350, 351; Hertwig 237).

Die Cestoden leben fast alle in zwei verschiedenen Wirten. Aus verschluckten Eiern entsteht in dem ersten Wohntier die Finne, aus dieser in einem zweiten Wohntier, welches das erste verzehrt hat, der Bandwurm. Einige Beispiele sind: *Taenia solium* im Menschen, Finne meist im Schwein; *T. saginata* im Menschen, Finne im Rind; *T. coenurus* im Hunde, Finne im Schaf; *T. echinococcus* im Hunde, Finne im Menschen, im Schaf, Rind oder Schwein; *T. cucumerina* in Hund oder Katze, Finne in Insekten (Hundelaus, Floh); *Botryocephalus latus* im Menschen, Finne im Hecht, in der Quappe und anderen Fischen; *Ligula simplicissima* in Vögeln (Wildente, Fischadler etc.), Finne in Karauschen oder Karpfen und zahlreiche andere, namentlich *Taenia*-Arten (Claus 367—370; Hertwig 247—250).

Unter den Nematoden sind nur wenige wirtswechselnd. *Dracunculus Medinensis* lebt als Larve in *Cyclops*-Arten und gelangt aus diesen vielleicht mittels Trinkwasser in den Menschen, wo er Hautgeschwüre erzeugt (Claus 387). *Filaria sanguinis hominis*, im Menschen, lebt als Larve wahrscheinlich in Moskitos (Hertwig 261). Die Trichine hat keinen eigentlichen Wirtswechsel, da die Weiterentwickelung auch in einem Wohntier derselben Art vor sich gehen kann.

Von Acanthocephalen kommen in betracht *Echinorhynchus gigas* im Darm des Schweins, die Larve in Engerlingen, *E. proteus* in der Forelle und in anderen Fischen, die Larve in Flohkrebsen *(Gammarus)* und ähnlichen Crustaceen (Claus 393; Hertwig 262).

Unter den Spinnentieren enthält die Gruppe der Linguatuliden wirtswechselnde Schmarotzer. *Pentastomum taenioides* lebt in der Stirnhöhle von Hunden und Wölfen. Aus den mit dem Nasenschleim entleerten Eiern entwickeln sich in Hasen, Kaninchen etc. Larven, die sich in Lunge oder Leber einkapseln und hier verharren, bis sie durch Verfüttern wieder in einen Hund gelangen (Claus 534; Hertwig 448).

Unter den Insekten ist hier ein merkwürdiger und auch für den Botaniker interessanter Wirtswechsel in der Abteilung der Rhynchoten bei den *Chermes*-Arten ausgebildet. Es sei daher gestattet, an der Hand der Angaben, die sich in der Arbeit von Cholodkowsky (Biolog. Centralbl. 20. 1900. 265) finden, etwas näher auf diesen Gegenstand einzugehen.

Cholodkowsky zerlegt die bisher mit dem Namen *Chermes Abietis* bezeichnete Läuseart, welche die bekannten zäpfchenartigen Gallen der Fichtentriebe hervorruft, in zwei Arten, die morphologisch und namentlich biologisch verschieden sind. Die eine neue Art, *Ch. Abietis,* lebt aus-

schliesslich auf der Fichte und interessiert uns hier zunächst nicht. Die andere dagegen, als *Ch. viridis* bezeichnet, hat einen sehr verwickelten, mit Wirtswechsel verbundenen Entwickelungsgang. Die aus den befruchteten Eiern dieser Species hervorgegangene erste Generation von Läusen (fundatrices verae) lebt unter den Knospen der Triebspitzen der Fichte, überwintert hier, legt im Frühjahr parthenogenetisch Eier und stirbt dann. In die durch ihren Stich entstandenen Gallen wandern die aus den Eiern kommenden kleinen Läuse ein, saugen in denselben, werden Nymphen und schlüpfen im Hochsommer als geflügelte Läuse (2. Generation, migrantes alatae) aus. Diese wandern auf die Nadeln der Lärche und legen gleichfalls parthenogenetisch Eier. Hieraus entstehen im Herbst Larven, die an den Nadeln saugen, auf der Rinde überwintern und im Frühjahr zu Müttern (3. Generation, fundatrices spuriae) werden, die wieder parthenogenetisch Eier legen. Die aus diesen Eiern hervorgehenden Läuschen saugen an den Lärchennadeln, knicken sie und werden dann zu geflügelten Müttern (4. Generation, sexuparae), die auf die Nadeln der Fichte zurückwandern und hier wiederum parthenogenetisch Eier legen. Aus diesen entsteht die ungeflügelte Geschlechtsgeneration (5. Generation, sexuales), aus deren befruchteten Eiern wieder die zuerst erwähnte Generation (fundatrices verae) hervorgeht. Dann wiederholen sich die Erscheinungen in derselben Weise.

Ein im wesentlichen ähnliches Verhalten zeigt *Chermes strobilobius*. Aber die aus den Eiern der auf der Lärche lebenden fundatrices spuriae hervorgehenden Läuse werden nur zum Teil zu geflügelten, auf die Fichte zurückwandernden Müttern (sexuparae); zum Teil bleiben sie als ungeflügelte Läuse (exsules) auf der Lärche und vermehren sich hier parthenogenetisch als exsules durch zahlreiche Generationen, erzeugen aber jedesmal eine Anzahl geflügelter Tiere (sexuparae), die auf die Fichte zurückwandern.

Diese Vermehrung der Läuse als exsules erinnert an die Erhaltung heteröcischer Rostpilze durch die Uredogeneration ohne Eintreten des Wirtswechsels, die in mehreren Fällen (s. Kap. VI) festgestellt ist.

Es erscheint möglich, dass aus den exsules, die sich auf der zweiten Nährpflanze unbegrenzt vermehren können, im Laufe der Zeit selbständige Arten hervorgehen, da sie anscheinend immer weniger sexuparae erzeugen und die Rückwanderung auf den ersten Wirt also schliesslich unterbleibt. *Chermes viridanus,* nur auf der Lärche lebend, könnte eine solche selbständig gewordene Generation sein, die den dem *Chermes viridis* (s. oben) fehlenden exsules entsprechen würde.

Andere *Chermes*-Arten gehen von der Fichte auf die Weisstanne *(Ch. coccineus)*, die Zirbelkiefer *(Ch. sibiricus)* usw. über. Ausserdem gibt es

Formen mit einfacherer Biologie, wie *Ch. viridanus, Ch. Abietis* und *Ch. lapponicus,* von denen der letztgenannte in gleichem Verhältnis zu *Ch. strobilobius* steht, wie *Ch. Abietis* zu *Ch. viridis.*

Der wirtswechselnde Lebensgang gewisser Protozoen ist erst in den letzten Jahren aufgeklärt worden (Ross, Grassi u. a., vgl. Schaudinn, Zool. Centralbl. 6. 1899. 765; Doflein, Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. Jena 1901). Es handelt sich um die Erreger der verschiedenartigen als Malaria zusammengefassten Krankheitserscheinungen des Menschen und um ähnliche Krankheiten höherer Tiere. Die als Sporozoiten bezeichneten Keime gelangen durch den Stich gewisser Mückenarten *(Anopheles)* in das Blut des Menschen, dringen in die Blutkörperchen ein und beginnen eine lebhafte und sich wiederholende ungeschlechtliche Vermehrung, die als Schizogonie bezeichnet wird, wobei gleichzeitig Fieberanfälle auftreten. Endlich beginnt der Parasit geschlechtlich zu werden; es entstehen Mikro- und Makrogametocyten, bestimmt, männlichen und weiblichen Zellen den Ursprung zu geben. Gelangt in diesem Stadium etwas Blut durch den Stich einer *Anopheles*-Art in deren Darm, so werden hier die Gameten frei, die Makrogameten werden durch die Mikrogameten befruchtet und das Verschmelzungsprodukt (Oocyste) siedelt sich im Darmepithel an. Es treten abermals Vermehrungsvorgänge auf, die man als Sporogonie bezeichnet und deren endliches Resultat die Sporozoiten sind. Diese gelangen in die Leibeshöhle und mit dem Lymphstrom in die Speicheldrüse, wo sie sich sammeln, wahrscheinlich infolge chemotaktischer Reize. Beim Stich werden sie mit dem Speichel auf den Menschen übertragen. *Plasmodium praecox, virax* und *malariae* erzeugen verschiedene Formen der Malaria-Krankheit. *Haemoproteus Danilewskyi* in Vögeln und *Culex*-Arten hat im wesentlichen denselben Entwickelungsgang. Es gibt auch verwandte Organismen mit ähnlicher Entwickelung, die den Wirt nicht wechseln, z. B. die kürzlich von Schaudinn (Arb. K. Gesundheitsamt 18. 1902. 378) beschriebene *Cyclospora caryolytica* im Maulwurf.

Im Pflanzenreiche ist in zwei Abteilungen der Pilze Wirtswechsel bekannt geworden, bei den Sclerotinien und bei den Rostpilzen.

Aus der Gruppe der Sclerotinien kennt man bis jetzt nur ein einziges Beispiel, nämlich die von Woronin und Nawaschin (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 129 u. 199) genau bearbeitete *Sclerotinia heteroica.* Die Früchte von *Ledum palustre* werden durch das Mycel des Pilzes in Sclerotien umgewandelt, aus denen nach der Überwinterung die *Sclerotinia*-Becherfrüchte hervorwachsen. Die darin erzeugten Ascosporen müssen, um sich weiter zu entwickeln, auf die Blätter von

Vaccinium uliginosum gelangen und rufen hier eine Conidienbildung hervor. Die Keimschläuche der Conidien dringen ähnlich den Pollenschläuchen durch Narbe und Griffel in die Fruchtknoten von *Ledum palustre* ein und erzeugen wieder das Sclerotium. Eine Entwickelung des Pilzes mit Überspringen einer der beiden Generationen scheint ausgeschlossen zu sein.

Die übrigen *Sclerotinia*-Arten durchlaufen, soweit sie genauer untersucht sind (Woronin, Mém. acad. imp. St. Pétersbourg. 7. sér. t. 36. 1888 etc.), ihre ganze Entwickelung auf derselben Nährpflanze; vielleicht hat aber Fischers *Sclerotinia Rhododendri* (Schweiz. bot. Ges. 4. 1894) einen ähnlichen Lebensgang wie *Sclerotinia heteroica* (Woronin und Nawaschin, l. c. 206). Es ist nicht unmöglich, dass es in dem weiten Reiche der Ascomyceten noch andere Formen gibt, die wirtswechselnder Weise mit niederen Fruchtformen, sogenannten fungis imperfectis, in Zusammenhang stehen (Woronin und Nawaschin, l. c., Deutsche Bot. Ges. 12. 1894. 188); bisher liegen aber keine Beobachtungen vor, die etwas Bestimmteres vermuten lassen.

In der Gruppe der Rostpilze, die uns im folgenden ausschliesslich beschäftigen soll, ist der Wirtswechsel nicht nur eine sehr verbreitete Erscheinung, sondern er hat hier auch eine sehr scharf ausgeprägte, wenngleich ziemlich gleichmässige Gestaltung gewonnen. Die Schärfe der Anpassung der heteröcischen Rostpilze an einzelne oder wenige, ganz bestimmte Wirtspflanzen sei schon an dieser Stelle hervorgehoben, eine Eigenschaft, die übrigens auch die nicht wirtswechselnden Rostpilze und vielleicht manche andere Schmarotzerpilze auszeichnet (s. Kap. XIII). Nicht für alle heteröcischen Rostpilze ist übrigens der Wirtswechsel unbedingtes Lebenserfordernis; manche können sich auch in der Uredogeneration längere Zeit ohne Wirtswechsel erhalten, vielleicht sogar in dieser Generation mehr oder weniger selbständig werden.

II. Geschichtliche Entwickelung der Kenntnis der heteröcischen Rostpilze.

Den Nachweis des Wirtswechsels bei den Rostpilzen als wissenschaftliche Tatsache verdanken wir erst de Bary (1864/65), obgleich Vermutungen über einen Zusammenhang des Getreiderosts mit den Berberitzensträuchern anscheinend bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts zurück zu verfolgen sind und der Gedanke des Übergangs des Berberitzenpilzes auf das Getreide schon am Anfang des 19. Jahrhunderts von einer Reihe

von Beobachtern mit mehr oder weniger Klarheit ausgesprochen und sogar bewiesen worden war.[1])

de Bary klärte in rascher Folge den Wirtswechsel von drei Getreiderostarten auf, *Puccinia graminis, P. „Rubigo vera“* und *P. „coronata“*. Es ist eine merkwürdige Erscheinung, dass wir trotz der zahlreichen inzwischen über den Wirtswechsel der Rostpilze und auch speziell über den Getreiderost erschienenen Arbeiten hinsichtlich des Wirtswechsels der Getreideroste kaum über de Bary hinausgekommen sind. Zwar sind mehrere neue Getreiderostarten unterschieden worden, aber noch für keine ist es gelungen, den Wirtswechsel festzustellen, und die Einschränkung des auf *Anchusa* Aecidien bildenden Rosts auf den Roggen, die Auffindung des Zusammenhangs des früher mit den Getreiderosten vereinigten *Bromus*-Rosts mit Aecidien auf *Symphytum,* sowie die Zerlegung des Kronenrosts in die beiden wesentlich durch die Aecidienträger sich unterscheidenden Arten *Puccinia coronata* und *coronifera,* von denen nur die letztgenannte eine Getreideart schädigt, sind in Bezug auf den Wirtswechsel die einzigen Fortschritte.

Fast gleichzeitig mit de Bary und unabhängig von ihm fand der dänische Botaniker Örsted den Wirtswechsel der drei *Gymnosporangium*-Arten *G. Sabinae, G. clavariaeforme* und *G. juniperinum.* Über den Zusammenhang von *Roestelia cancellata* und *G. Sabinae* hatte schon vorher, und noch vor de Bary, Eudes-Deslongchamps eine Vermutung ausgesprochen.

Im Jahre 1870 waren mit Einschluss des 1869 von Fuckel festgestellten Wirtswechsels des *Uromyces Junci (Aecidium zonale* auf *Inula dysenterica)* sieben Fälle von Wirtswechsel bekannt. In den 70er Jahren wurden durch Arbeiten von Magnus, Schroeter, Wolff, Rostrup, Winter, Nielsen, Reichardt und de Bary 14 neue Fälle bekannt. Unter diesen nehmen die Zusammenhänge von *Coleosporium Senecionis* mit einer Form von *Peridermium Pini β acicola,* von *Uromyces Pisi* mit *Aecidium Euphorbiae,* sowie von *Chrysomyxa Rhododendri* und *Chr. Ledi* mit zwei verschiedenen Formen von *Aecidium abietinum* wegen der Neuheit des Gegenstandes ein ganz besonderes Interesse in Anspruch, und die Arbeit de Barys, welche die beiden letzten Fälle behandelt, überragt durch treffliche Beobachtung und meisterhafte Entwickelung der Gedanken viele der früheren und späteren Arbeiten, denen zum Teil eine gewisse Oberflächlichkeit, zum mindesten in der Publikation, nicht abzusprechen ist.

[1]) Die Einzelheiten finden sich im speziellen Teile unter *Puccinia graminis* zusammengestellt.

Während der 80er Jahre stieg die Zahl der bekannten heteröcischen Rostpilze auf über fünfzig. R. Hartig fand den Wirtswechsel der *Calyptospora Goeppertiana* und den Zusammenhang des *Caeoma Laricis* mit *Melampsora* auf Pappeln. Die Beziehungen anderer *Melampsora*-Formen auf Pappeln und Weiden zu *Caeoma*-Arten auf *Pinus, Mercurialis, Evonymus* und *Ribes* stellten P. Nielsen und E. Rostrup fest, indessen wurden die schwierigen Verhältnisse dieser Formen damals noch nicht genügend erkannt. Die nordamerikanischen *Gymnosporangium*-Arten wurden von Farlow und Thaxter bearbeitet, den Zusammenhang zwischen *Cronartium*-Arten und Rindenrosten der Kiefern stellten Cornu und Klebahn fest, eine indische *Puccinia*-Art untersuchte Barclay, ein Paar Beispiele lieferte noch J. Schroeter, und besonders zahlreiche Fälle von Wirtswechsel innerhalb der Gattung *Puccinia* fand Ch. B. Plowright auf, dem wir in den 80er und Anfang der 90er Jahre die wesentlichste Förderung der Kenntnis der wirtswechselnden Rostpilze verdanken.

Die 90er Jahre brachten eine Erhöhung der Zahl der heteröcischen Rostpilze auf mehr als einhundertzehn; dabei spielt allerdings eine gewisse, wenn auch nicht die wesentlichste Rolle der Umstand mit, dass infolge der Erkenntnis der Spezialisierung, von der in einem späteren Abschnitte eingehender die Rede sein soll, manche der alten Arten eine Zerlegung erfuhren. Arbeiten von Dietel, E. Fischer, Bubák, Chodat, Juel, Peyritsch, Shirai, Soppitt, Sydow, v. Tubeuf, G. Wagner schliessen sich denen der bereits genannten Autoren an. Als die bemerkenswertesten Fortschritte mögen genannt sein die Aufklärung der Wirtswechselverhältnisse in den Gattungen *Coleosporium* und *Melampsora,* die Auffindung heteröcischer *Puccinia*-Arten auf Dicotylen, von Einzelheiten noch die Feststellung des Wirtswechsels des *Pucciniastrum Epilobii,* der *Puccinia Arrhenatheri,* des *Uromyces lineolatus* usw.

Seit dem Jahre 1900 ist bereits wieder eine Anzahl wertvoller Beiträge hinzugekommen, unter denen die endliche Auffindung des Wirtswechsels des *Aecidium elatinum,* sowie auch die desjenigen des *Aecidium strobilinum* ein besonderes Interesse in Anspruch nehmen. Ferner ist hervorzuheben, dass W. A. Kellermann und namentlich J. C. Arthur wieder begonnen haben, nordamerikanische Rostpilze in Kultur zu nehmen, und dass bereits für eine ziemliche Zahl derselben der Wirtswechsel festgestellt worden ist. Im ganzen beträgt die Zahl der heteröcischen Rostpilze gegenwärtig rund 150; eine genaue Zahl lässt sich nicht angeben, weil nicht alle Beispiele völlig sicher festgestellt sind, und weil in einigen Fällen die Artumgrenzung Schwierigkeiten macht.

In der nachfolgenden Tabelle sind die heteröcischen Rostpilze nach der ersten Publikation ihres Wirtswechsels, soweit es mir möglich war, diese zu ermitteln, chronologisch geordnet zusammengestellt. Auch einige Beispiele, über die bisher nur Vermutungen vorliegen, sind angeführt. In solchen Fällen, wo die erste Erwähnung aus irgend einem Grunde unbestimmt, unklar oder unsicher ist, findet sich nach dem ersten Autor derjenige spätere mit Jahreszahl genannt, der die Verhältnisse aufgeklärt oder sich später mit dem Gegenstande beschäftigt hat. Die in einigen Fällen wahrscheinlich erforderliche Zusammenziehung der zersplitterten Formen zu Gruppen ist unterlassen. Man vergleiche hierüber den speziellen Teil.

1.	1865	*Puccinia graminis*	de Bary	Versuche 1864
2.	„	*Gymnosporangium Sabinae* . . .	A. S. Örsted	
3.	1866	*Puccinia dispersa*	de Bary	Versuche 1865
4.	„	„ *coronata*	„	„ „
5.	„	*Gymnosporangium juniperinum* .	Örsted	
6.	1867	„ *clavariaeforme*	„	
7.	1869	*Uromyces Junci*	L. Fuckel	
8.	1872	*Puccinia Caricis*	P. Magnus	
9.	1873	*Uromyces Dactylidis*	J. Schroeter	
10.	1874	*Coleosporium Senecionis*	R. Wolff	
11.	„	*Puccinia Moliniae*	E. Rostrup	
12.	„	„ *Winteriana (Allii-Phalaridis)*	G. Winter	
13.	1875	*Uromyces Pisi*	Schroeter	
14.	„	*Puccinia Phragmitis*	Winter Ch. B. Plowright 1884	 Versuche 1883
15.	1877	„ *Poarum*	P. Nielsen	Versuche 1874-75
16.	„	„ *Limosae*	Magnus	
17.	„	„ *Sesleriae*	H. W. Reichardt	
18.	1879	„ *silvatica*	Schroeter	Versuche 1878
19.	„	*Uromyces Poae*	„	Versuche 1878
20.	„	*Chrysomyxa Rhododendri*	de Bary	
21.	„	„ *Ledi*	Schroeter . . . . de Bary 1879	Vermutung
22.	1880	*Pucciniastrum Goeppertianum* . .	R. Hartig	
23.	„	*Gymnosporangium globosum* . . .	W. G. Farlow R. Thaxter 1887	
24.	„	*biseptatum*	Farlow Thaxter 1887	
25.	1882	*Puccinia Magnusiana*	M. Cornu Plowright 1885	
26.	„	*Gymnosporangium tremelloides* . .	Hartig etc. E. Fischer 1898	
27.	„	*Melampsora Evonymi-Capraearum*	Nielsen . . . . . H. Klebahn 1900	Versuche 1879
28.	„	„ *Ribesii-Viminalis*	Nielsen . . . . . Klebahn 1900	Versuche 1879

29.	1882	*Melampsora Rostrupii*	P. Nielsen und E. Rostrup	Versuche 1879
30.	1883	*Gymnosporangium macropus* . . .	Farlow	
			Thaxter 1887	
31.	1884	*Melampsora pinitorqua*	Rostrup	Versuche 1883
32.	„	*Puccinia obscura*	Plowright	
33.	„	„ *Schoeleriana*	„	
34.	„	„ *Eriophori*	Rostrup	Vermutung
35.	„	„ *Dioicae*	„	„
			Schroeter 1887 .	Versuche 1880
36.	„	„ *perplexans*	Plowright	
37.	1885	*Melampsora Larici-Tremulae* . . .	Hartig	
38.	„	*Gymnosporangium clavipes* . . .	Farlow	
			Thaxter 1887	
39.	1886	*Cronartium asclepiadeum*	M. Cornu	
		(Cr. flaccidum)	Geneau de Lamarlière 1895	
			Fischer 1901	
		(Cr. Nemesiae)	Klebahn 1902	
40.	1887	*Puccinia Polliniae*	A. Barclay	
41.	„	„ *Vulpinae*	Schroeter . . .	Versuche 1884
42.	„	„ *tenuistipes*	„	„ 1885
43.	„	*Uromyces striatus*	„	„ 1884
44.	„	*Gymnosporangium Nidus avis* . .	Thaxter 1891 . .	Versuche seit 1886
45.	„	*Melampsora Allii-populina*	Schroeter . . .	Versuch 1882
			Klebahn 1901	
46.	1888	*Puccinia arenariicola*	Plowright . . .	Versuche seit 1885
47.	„	„ *(Ari-)Phalaridis*	„	„ 1885—86
48.	„	*Cronartium Ribicola*	Klebahn	
49.	„	*Gymnosporangium confusum* . . .	Plowright	„ seit 1885
50.	„	„ *extensicola*	„	
51.	1889	*Puccinia paludosa*	„	Versuche 1888
52.	„	„ *persistens*	„	„ „
53.	„	„ *Trailii*	„	„ vor 1889
54.	„	*Puccinia Scirpi*	R. Chodat	
			F. Bubák 1898	
55.	„	*Melampsora Larici-populina* . . .	Hartig	
			Klebahn 1898	
56.	1890	*Gymnosporangium Cunninghamianum*	Barclay	
57.	„	*Puccinia Convallariae-Digraphidis*	H. T. Soppitt	
58.	„	„ *Festucae*	Plowright	
59.	„	„ *Agrostis*	„	
60.	„	*Uromyces Scirpi*	P. Dietel	
61.	„	„ *Maritimae*	Plowright	
62.	„	*Melampsora Orchidi-Repentis*	„	
63.	„	*Melampsoridium betulinum*	„	
			Klebahn 1898	
64.	1891	*Puccinia Jasmini-Chrysopogonis* .	Barclay	

65.	1891	*Puccinia coronata v. himalensis*	Barclay	
66.	1892	„ *firma*	Dietel	
67.	„	„ *(Clematidi-)Agropyri*	„	
68.	„	„ *Paridi-Digraphidis*	Plowright	
69.	„	„ *Smilacearum-Digraphidis*	Klebahn	
70.	„	*Coleosporium Euphrasiae*	„	
71.	„	„ *Tussilaginis*	„	
72.	„	*Puccinia Ligericae*	P. Sydow	
73.	„	„ *Calamagrostis*	„	
74.	„	*Melampsora Magnusiana*	Magnus	Erste Versuche 1887
			Sydow 1892	
			G. Wagner 1896	
75.	„	*Uromyces Pastinacae-Scirpi*	Rostrup	Vermutung
			Klebahn 1901	
76.	1893	*Puccinia Arrhenatheri*	J. Peyritsch	Versuche 1888
			publ. von Magnus	
77.	„	„ *coronifera*	Klebahn	
78.	„	„ *Pringsheimiana*	„	
79.	„	„ *Magnusii*	Magnus	Versuch 1872
			Klebahn 1897	
80.	„	„ *Conopodii-Bistortae*	Soppitt	
81.	„	*Melampsora Galanthi-Fragilis*	Schroeter	
			Klebahn 1901	
82.	1894	*Puccinia rupestris*	O. Juel	Vermutung 1893
83.	„	„ *uliginosa*	„	
84.	„	„ *borealis*	„	
85.	„	„ *nemoralis*	„	
86.	„	„ *australis*	O. Pazschke	
87.	„	*Coleosporium Melampyri*	Klebahn	
88.	„	„ *Sonchi*	Fischer u. Klebahn	
89.	„	„ *Inulae*	Fischer	
90.	„	„ *Petasitis*	„	
91.	„	„ *Campanulae Trachelii*	„	
92.	„	„ *Campanulae rapunculoidis*	Rostrup	Vermutung
93.	„	„ *Cacaliae*	Fischer	
			G. Wagner 1896	
94.	„	*Puccinia Caricis-montanae*	Fischer 1898	
95.	1895	„ *septentrionalis*	Juel	
96.	„	„ *Serratulae-Caricis*	Klebahn 1897	
97.	„	„ *Aecidii-Leucanthemi*	Fischer 1898	
98.	1896	„ *Vaginatae*	Juel	Vermutung
99.	„	„ *Caricis frigidae*	Fischer	
100.	„	„ *Ribis nigri-Acutae*	Klebahn	
101.	„	„ *Schmidtiana*	Dietel	
102.	„	*Coleosporium subalpinum*	Wagner	
103.	„	*Puccinia Orchidearum-Phalaridis*	Klebahn 1897	
104.	1896	„ *Angelicae-Bistortae* *(Cari-Bistortae)*	„ 1901	

105.	1897	*Melampsora Larici-Capraearum* .	Klebahn	
106.	„	„ *Larici-Pentandrae*	„	
107.	1898	„ *obtusata*	Fischer	
108.	„	„ *Elymi*	Rostrup	
109.	„	*Coleosporium Phyteumatis*	Wagner	
110.	„	„ *Campanulae macranthae* . .	„	
111.	„	*Pucciniastrum Abieti-Chamaenerii*	Klebahn	
112.	„	*Melampsora Larici-epitea*	„	
113.	„	„ *Klebahni*	Bubák	
114.	1899	*Puccinia Polygoni vivipari*	Juel	
115.	„	*Melampsora alpina*	E. Jacky	
116.	„	*Cronartium Quercuum*	M. Shirai	
117.	1900	*Puccinia Ribesii-Pseudocyperi* . .	Klebahn	Versuche 1899
118.	„	„ *Ribis nigri-Paniculatae* . .	„	„ „
119.	„	„ *Americana*	J. C. Arthur	„ „
120.	„	„ *peridermiospora*	„	„ „
121.	„	„ *Vilfae*	„	„ „
122.	„	„ *Windsoriae*	„	„ „
123.	„	„ *angustata*	„	„ „
124.	„	*Melampsora Larici-Daphnoidis*. .	Klebahn	„ „
125.	„	*Pucciniastrum Padi*	„ C. v. Tubeuf 1900	„ „
126.	„	*Puccinia Actaeae-Agropyri*	Fischer	
127.	„	„ *Symphyti-Bromorum*	Fr. Müller	
128.	„	*Gymnosporangium japonicum* . .	Shirai	
129.	„	*Puccinia mammillata*	Bubák	nur Vermutung
130.	1901	*Melampsora Ribesii-Purpureae* . .	Klebahn.	Versuche 1900
131.	„	„ *Ribesii-Auritae*	„	„ „
132.	„	„ *Allii-Fragilis*	„	„ „
133.	„	„ *Allii-Salicis albae*	„	
134.	„	*Coleosporium Pulsatillae*	„	
135.	„	*Melampsorella Caryophyllacearum*	Fischer	
136.	„	*Gymnosporangium Nelsoni*	Arthur	nur Vermutung
137.	1902	*Puccinia Bolleyana*	„	Versuche 1900-01
138.	„	„ *Asteri-Caricis*	„	„ „
139.	„	„ *Erigeronti-Caricis*	„	„ „
140.	„	*Melampsora Abieti-Capraearum* . .	v. Tubeuf	
141.	„	*Puccinia longissima*	Bubák	
142.	„	„ *(Thymi)-Stipae*	„	
143.	„	*Uromyces (Berulae-Scirpi)*	Kabát. . . . . . publ. v. Bubák	Versuche 1901
144.	„	*Puccinia Opizii*	Bubák	
145.	„	„ *albiperidia*	Arthur	Versuche 1900-01
146.	„	„ *Peckii*	W. A. Kellermann	„ 1901
147.	1903	„ *Bartholomaei*	Arthur	„ 1902
148.	„	„ *Impatienti-Elymi*	„	„ „
149.	„	„ *subnitens*	„	„ „
150.	„	„ *Solidagini-Caricis*	„	„ „

151.	1903	*Puccinia simillima*	Arthur	Versuche 1902
152.	„	„ *amphigena*	„	„ „
153.	„	*Uromyces Aristidae*	„	„ „
154.	„	*Puccinia (Salviae-Stipae)*[1]) . . .	H. Diedicke	

Die bekannten Arten verteilen sich in folgender Weise auf die Gattungen: *Chrysomyxa* 2, *Coleosporium* 14, *Cronartium* 3, *Gymnosporangium* 13, *Melampsora* 21, *Melampsorella* 1, *Melampsoridium* 1, *Puccinia* 85, *Pucciniastrum* 3, *Uromyces* 10.

Es sind unter denselben nordamerikanische Arten 23, indische 4, japanische 2. Die übrigen 125 sind in Deutschland und den angrenzenden Ländern (Frankreich, Schweiz, Österreich, Böhmen, Russland, Dänemark), ausserdem in England und Skandinavien untersucht worden und also, soweit sie nicht Kosmopoliten sind, hier auch vorwiegend verbreitet. Aus den drei südlichen Halbinseln Europas, sowie aus den übrigen Erdteilen mit den oben erwähnten Ausnahmen ist noch kein für eines dieser Gebiete charakteristischer wirtswechselnder Rostpilz bearbeitet worden. Es geht daraus hervor, dass wir trotz der vielen mühsamen Forschungsarbeit, die bereits auf dieses Gebiet verwandt worden ist, doch noch in den allerersten Anfängen der Kenntnis desselben stehen.

III. Entwickelungstypen der wirtswechselnden Rostpilze.

Wenngleich die Entwickelung sämtlicher heteröcischer Rostpilze insofern gleichmässig verläuft, als bei allen die Aecidiengeneration auf der einen Nährpflanze mit der Uredo- und Teleutosporengeneration auf der andern Nährpflanze wechselt, so lassen sich doch einige von einander etwas verschiedene Entwickelungstypen unterscheiden, wenn man das Verhalten der beiden Generationen im einzelnen beachtet.

Diese Typen mögen im folgenden kurz charakterisiert sein.

I. Der erste Typus, bei weitem der verbreitetste, dem die meisten Arten der Gattungen *Uromyces, Puccinia, Melampsora, Pucciniastrum* angehören, ist dadurch ausgezeichnet, dass die Teleutosporen erst nach der Überwinterung keimen. Die Sporidien infizieren im Frühjahr die jungen Blätter der Aecidiennährpflanze, es entstehen Aecidien, denen in der Regel Spermogonien kurz vorangehen. Die Aecidiosporen infizieren hierauf die Uredo- und Teleutosporennährpflanze auf meist schon aus-

[1]) Noch nicht publiziert. Die Verschiedenheit von *P. (Thymi)-Stipae* (Nr. 142) steht noch nicht fest.

gewachsenen Blättern; es folgt dann in der Regel eine ausgiebige Vermehrung und Verbreitung des Pilzes auf dieser Nährpflanze und die Übertragung auf weitere Individuen derselben mittels der Uredosporen. Endlich entstehen gegen den Herbst Teleutosporen auf dem gleichen Mycel mit den Uredosporen oder auf dem aus Uredosporen hervorgegangenen Mycel. In der Regel ist das Mycel, namentlich das der Aecidien, von kurzer Dauer; in den meisten Fällen geschieht die Überwinterung mittels der Teleutosporen. In einigen Fällen sind aber den Winter überdauernde Uredomycelien beobachtet worden. Näheres darüber, sowie über die Frage der fakultativen Heteröcie wird weiter unten erörtert werden (Kap. VI). Eine längere Dauer des Aecidienmycels zeigt *Pucciniastrum Padi*. Anscheinend werden, obgleich dies noch nicht beobachtet ist, die Fichtenzapfen zur Blütezeit von dem Pilze befallen, und die Aecidien (*Aecidium strobilinum)* reifen erst, wenn der Zapfen ausgewachsen ist; nach der Aecidienbildung aber stirbt das Mycel ab.

Einen besonderen Untertypus repräsentiert *Puccinia Arrhenatheri*. Hier wird das Aecidienmycel *(Aecidium graveolens)* perennierend und bringt mehrere Jahre nach einander Aecidien hervor. In den beiden letztgenannten Fällen überdauert also der Pilz den Winter in zwei Formen, als Aecidienmycel und als Teleutospore. Vielleicht müssen auch *Uromyces Pisi* und *striatus* hierher gestellt werden; doch ist bei diesen das Verhalten der Teleutosporen noch nicht genau bekannt.

II. Als einen zweiten Typus, der indessen dem ersten sehr nahe steht, kann man die Entwickelung von *Chrysomyxa Rhododendri* und *Ledi* ansehen. Die Teleutosporen werden nicht im Herbst gebildet, sondern erst im Frühling kurz vor ihrer Keimung; sie entstehen auf im Herbst gebildeten Infektionsstellen, die in den wintergrünen Blättern einen Winter überdauern. Es überwintert also das Teleutosporenmycel an Stelle der Teleutosporen, aber es wird nicht perennierend. Das Aecidienmycel ist von kurzer Dauer.

III. Einen dritten Typus der Entwickelung finden wir bei den *Gymnosporangium*-Arten. Hier ist das Teleutosporenmycel wirklich perennierend. Es dauert viele Jahre in den Zweigen der Nährpflanze aus und übernimmt also auch die Überwinterung des Pilzes. Die Teleutosporen entstehen im Frühjahr und sind sogleich keimfähig. Die Sporidien erzeugen auf der andern Nährpflanze Spermogonien und Aecidien, nach deren meist langsam, aber im Laufe eines Sommers eintretender Reife ihr Mycel abstirbt. Die Aecidiosporen infizieren die erste Nährpflanze. Uredosporen werden nicht gebildet, die Vermehrung durch diese Sporenart fällt also fort.

IV. Bei dem vierten Entwickelungstypus, der durch die Gattungen *Coleosporium* und *Cronartium* vertreten wird, fällt die Rolle der Überwinterung dem Aecidienmycel allein zu, das bei *Coleosporium* meist nur von einjähriger, bei *Cronartium* von vieljähriger Dauer ist. Die Aecidien, denen, oft durch einen langen Zeitraum getrennt, Spermogonien vorangehen, entstehen im Frühjahr. Aus den Aecidiosporen gehen dann auf der andern Nährpflanze, genau wie im Typus I, Uredosporen hervor, die den Pilz oft stark vermehren, und später, mitunter sehr bald, folgen Teleutosporen; aber die letztgenannten sind sogleich keimfähig und infizieren noch in demselben Sommer oder Herbst die Aecidiennährpflanze.

V. Im Entwickelungsgange von *Melampsorella Caryophyllacearum (Aec. elatinum)* finden sich mehrere Eigentümlichkeiten des zweiten, dritten und vierten Typus vereinigt. Die Mycelien beider Generationen perennieren. Die Aecidien entstehen im Sommer auf dem in die jungen Triebe eingedrungenen Mycel; ihre Sporen infizieren den Uredo- und Teleutosporenwirt. Auf diesem entstehen zunächst Uredosporen; das Mycel dringt aber in die Internodien ein, wächst in diesen weiter, gelangt im Frühjahr in die jungen Blätter und erzeugt hier Teleutosporen, die sogleich keimen und neue Aecidienwirte infizieren können. Später erzeugt das Mycel auf jüngeren Blättern auch Uredosporen, die den Pilz unabhängig vom Aecidium vermehren können.

VI. Noch nicht völlig klar ist die Entwickelungsgeschichte der *Puccinia dispersa*. Während des Sommers sind Uredosporen vorhanden, denen Teleutosporen folgen. Diese, sogleich keimfähig, bringen auf der andern Nährpflanze *(Anchusa)* Spermogonien und Aecidien hervor, die noch in demselben Herbste reifen und die neue Saat der ersten Nährpflanze (Roggen) infizieren. Ob und wie der Pilz dann in der Uredoform durch den Winter kommt, ist nicht genügend sicher festgestellt.

IV. Verbreitungs-, Keimungs- und Infektionsbedingungen der Rostsporen.

Der normale Entwickelungsgang der heteröcischen Rostpilze setzt voraus, dass die Aecidiosporen regelmässig den Teleutosporenwirt, die Sporidien regelmässig den Aecidienwirt erreichen. Die Bedingungen, unter denen die Sporen gebildet werden, die Kräfte, welche sie verbreiten, müssen also derartig sein, dass mit Regelmässigkeit ein zur Erhaltung des Pilzes genügender Teil der Sporen auf die geeigneten Nährpflanzen

gelangt, denn man darf natürlich nicht an ein besonderes Vermögen der Sporen, die Wirtspflanze aufzusuchen, denken; vielmehr hängt es ganz von der zufälligen und wechselnden Wirkung äusserer Faktoren ab, ob eine Spore in eine zu ihrer Weiterentwickelung geeignete Umgebung befördert wird oder nicht.

Die günstigsten Bedingungen für den regelmässigen Verlauf der wirtswechselnden Lebensweise eines Pilzes sind dann gegeben, wenn die beiden Nährpflanzen desselben ihrer natürlichen Verbreitung entsprechend ein benachbartes Vorkommen haben.

Wenn zum Beispiel, wie auf einigen Wiesen bei Blankenese an der Elbe, *Polygonum Bistorta* und *Angelica silvestris* durcheinander über eine grosse Fläche verteilt sind und nicht selten auch unmittelbar nebeneinander wachsen, so macht es nicht die geringsten Schwierigkeiten, zu verstehen, dass durch den Wind, den Regen oder durch sich umherbewegende Tiere, wie Insekten, Spinnen, Schnecken oder auch grössere, eine regelmässige und sichere wechselseitige Infektion eintreten muss. Ein solches Nebeneinandervorkommen ist zwar, wie in einem späteren Abschnitte (Kap. XI) noch gezeigt werden wird, oft genug vorhanden, aber doch keineswegs immer. Vielmehr beobachtet man sehr häufig, dass die beiden Nährpflanzen in weiten Entfernungen von einander wachsen, und dass trotzdem der wirtswechselnde Pilz auf ihnen vorhanden ist, oder dass die eine Nährpflanze in einer Gegend ganz fehlt und die andere doch die ihr eigene Generation des Pilzes trägt. Es ist also die Frage zu stellen, inwieweit die Bedingungen der Sporenverbreitung ausreichen um den Wirtswechsel auch in diesen Fällen zu erklären, oder inwieweit und auf Grund welcher Bedingungen die wirtswechselnden Pilze auch ohne Wirtswechsel leben können.

a) Verbreitung der Aecidiosporen.

Das wichtigste Beförderungsmittel für die Sporen der Rostpilze wie für Pilzsporen überhaupt ist der Wind. Ausser dem Winde tragen aber unzweifelhaft die Insekten und vielleicht auch andere Tiere, ohne dass besondere Anpassungen vorhanden zu sein brauchen, zur Verbreitung der Pilzsporen bei. Zahlreiche heteröcische Rostpilze sind in geradezu hervorragender Weise für die Verbreitung ihrer Sporen durch den Wind disponiert.

In erster Linie sind, um mit den Aecidien zu beginnen, die Rindenroste der Kiefern *(Peridermium Strobi, P. Cornui)* zu nennen. Diese übertreffen durch die Massenhaftigkeit der Sporenbildung alle andern Rostpilze. Die Erzeugung der Sporen hält in demselben Aecidium eine geraume Zeit vor, unter günstigen Umständen wahrscheinlich weit über

14 Tage; es fehlt mir leider an bestimmten Zahlen. Die Sporen bleiben bei trockener Aufbewahrung nachgewiesenermassen (Klebahn, Kulturv. X. 136 [32]) über einen Monat infektionstüchtig, also ohne Zweifel auch, wenn sie bei trockener Witterung vom Winde umhergeführt werden oder bei nicht zu feuchtem Wetter längere Zeit im Schutze der Peridie zurückbleiben. Endlich werden sie als so lockerer Staub und in einer solchen Höhe über dem Boden gebildet, dass sie vom Winde leicht ergriffen und fortgeführt werden (vgl. auch Plowright, Gard. Chr. 9. 1891. 460). An die Rindenroste reihen sich die übrigen auf höheren Bäumen lebenden Aecidien an, wie die Nadelroste der Kiefern *(Peridermium Pini* f. *acicola* der älteren Autoren), die Arten von *Caeoma Laricis,* ferner *Aecidium elatinum, Aec. abietinum, Roestelia cancellata* etc. Die weniger massenhafte Sporenbildung in den einzelnen Aecidien wird bei einigen dieser Pilze dadurch ausgeglichen, dass sehr zahlreiche Aecidien beisammen auftreten *(Aecidium elatinum),* bei andern, wo die Aecidien einzeln leben, dadurch, dass nicht selten zahlreiche Teile der Nährpflanze Aecidien tragen *(Caeoma Laricis, Peridermium Pini acicola).* Die Menge der selbst in kleinen Aecidien, wie denen von *Caeoma Laricis,* gebildeten Sporen ist übrigens keineswegs gering, wie mir künstlich infizierte Lärchen, die ich in der ruhigen Luft eines Zimmers hielt, oft gezeigt haben. Auch dass die Sporenbildung mehrere Wochen anhält, sieht man auf diese Weise leicht, ich habe von infizierten Lärchen vom 22. Mai bis zum 15. Juni infektionstüchtige Sporen entnehmen können, und wahrscheinlich hätte die Sporenbildung noch länger gedauert. An einer Nadelrostart der Kiefer beobachtete ich eine Dauer des Infektionsvermögens von mindestens 19 Tagen (Klebahn, Kulturv. IX. 693). Etwas ungünstiger liegen die Verbreitungsverhältnisse ohne Zweifel für die auf Sträuchern, am ungünstigsten für die auf niederen Kräutern vorkommenden Aecidien, namentlich wenn die Standorte, z. B. in Wäldern oder Schluchten, dem Winde nicht freien Zutritt gewähren. Wie wirksam die Verbreitung der Aecidiosporen durch den Wind in vielen Fällen ist, wird durch zahlreiche Beobachtungen bestätigt. So hat v. Tubeuf (Biol. Abt. K. Gesundh. 3. 1901. 176) durch Versuche gezeigt, dass die Wirkung einer mit *Peridermium Strobi* behafteten Weymouthskiefer sich auf 120 m Entfernung bemerkbar machte; ferner berichtet er über eine in einer Entfernung von 500 m beobachtete Infektion. Diese Zahlen sind als bestimmte Massangaben wertvoll; dennoch sind sie gering gegen die Entfernungen, auf die tatsächlich oft wirksame Infektionen durch *P. Strobi* eintreten, wie ich aus Beobachtungen in der Umgebung Hamburgs und Bremens schliessen muss. Im Bremer Bürgerpark waren z. B. überall die schwarzen Johannis-

beeren (Ribes nigrum) infiziert, auch an den von den Weymouthskiefern entferntesten Stellen, ebenso war der Pilz vielfach in der Umgebung anzutreffen; dabei ist die Verbreitung der Sporen hier durch die Baum- und Gebüschpflanzungen vielfach gehindert. Auch bei Hamburg habe ich das *Cronartium* oft angetroffen, ohne dass ich in der Nähe Weymouthskiefern gesehen hätte. Über die Ausbreitung des *Cronartium asclepiadeum* gibt E. Fischer (Entw. Unt. 91) einen Bericht, leider auch ohne genauere Entfernungsangabe. Auch *Coleosporium*-Arten findet man oft an Stellen, wo weit und breit keine Kiefern zu sehen sind; besonders *C. Euphrasiae* und *Melampyri* sind wichtige Beispiele, weil dies zwei Pilze sind, die sicher nur durch die Aecidiosporen regeneriert werden können. Denn da die Nährpflanzen streng einjährig sind und nur während des Sommers wachsen, so ist eine Überwinterung mittels der Uredosporen nicht möglich; ebensowenig aber ist eine Übertragung des Pilzes mittels der Samen nachgewiesen oder entwickelungsgeschichtlich denkbar (vgl. Kap. VIII). Ich habe namentlich *Col. Euphrasiae* oft in sehr grosser Entfernung von Kiefern gesehen, z. B. am Strande bei Duhnen (Cuxhaven), und E. Lemmermann (Naturw. Ver. Brem. 16. 1900. 447; 17. 1901. 172—174, 178) hat das Vorkommen dieses Pilzes auf den ostfriesischen Inseln Wangeroog, Langeoog und Juist, auf denen es überhaupt keine Kiefern oder höchstens ein paar angepflanzte Exemplare gibt, festgestellt; er nimmt auch an, dass die Sporen vom Festlande hinüberfliegen, und stützt diese Annahme mit der Beobachtung, dass der Pilz in den nach der Wattseite sich öffnenden Dünentälern am häufigsten, an andern Stellen aber selten sei oder fehle. Es mag zum Verständnis dieser Verhältnisse beitragen, wenn ich darauf aufmerksam mache, dass nach meinen Erfahrungen das zu *Coleosporium Euphrasiae* gehörende *Peridermium* in Nordwestdeutschland ganz besonders häufig ist; bei Bremen ist es der häufigste Nadelrost, und hier trifft man *Alectorolophus* fast nie ohne *Coleosporium.*

Es müsste wahrscheinlich noch eine weit grössere Zahl von Beispielen hier genannt werden, z. B. viele *Melampsora*-Arten der Weiden und Pappeln. Es ist aber nicht sicher, ob nicht vielleicht in einzelnen Fällen doch ein bisher übersehenes Vermögen des Pilzes, sich ohne Dazwischenkunft des Aecidiums zu erhalten, vorhanden ist, wie ich es z. B. für *Melampsora Allii-Salicis albae* nachgewiesen habe (vgl. Kap. VI). Es mag daher nur noch auf die Erscheinung hingewiesen sein, dass gerade diejenigen Teleutosporenpilze, deren Aecidiosporen durch den Wind leicht verbreitet werden, auch in der Regel eine ausserordentliche Häufigkeit zeigen, während diejenigen, deren Aecidiosporen aus irgend welchen Gründen weniger

leicht verbreitet werden, vielfach, wenn auch nicht ausnahmslos, nur in der Nähe der Aecidienstandorte vorkommen. Ganz allgemein verbreitet ist z. B. in der Umgegend von Hamburg *Melampsora Larici-Tremulae;* man findet im Herbst kaum eine Aspe, deren Blätter nicht befallen wären. Gelingt es einmal, eine der viel selteneren Arten *Mel. Magnusiana, Mel. Rostrupii* oder *Mel. pinitorqua* aufzufinden, so kann man sich mit ziemlicher Sicherheit darauf gefasst machen, dass *Mel. Larici-Tremulae* dem Pilze beigemischt ist.[1]) Ähnliches gilt für *Mel. Larici-epitea,* die ausser auf *Salix viminalis* auch auf *S. aurita* und *cinerea* gemein ist, während die auf den letztgenannten Arten vorkommenden Pilze *M. Evonymi-Capraearum* und *M. Ribesii-Auritae* selten sind und meist mit der erstgenannten gemischt auftreten. Eine recht geringe Verbreitung zeigen dagegen manche der auf niederen Kräutern lebenden Formen; so findet man z. B. *Puccinia Limosae, uliginosa, paludosa, Festucae* etc. nicht weit über diejenigen Stellen hinaus, wo beide Nährpflanzen neben einander vorkommen, und auch an solchen Stellen keineswegs regelmässig.

b) Verbreitung der Uredosporen.

Die Uredosporen scheinen auf den ersten Blick der Verbreitung durch den Wind keineswegs so hervorragend angepasst zu sein, wie die Aecidiosporen. Es ist aber Tatsache, dass die Rostepidemien gerade während der Zeit der Uredobildung in der Regel ganz bedeutend um sich greifen und ihr Maximum erreichen, wenn die Mycelien zur Teleutosporenbildung übergehen. Erfahrungen dieser Art habe ich namentlich bei der Beobachtung der *Melampsora*-Arten der Weiden und Pappeln sehr häufig gemacht. Zu Anfang der Uredoperiode findet man nur nach langem Suchen sehr vereinzelte Pilzlager, die sich oft durch ihre Grösse vor den späteren auszeichnen. Später werden die Lager kleiner und zahlreicher, nicht selten findet man sie zuletzt über die ganze Unterseite der Blätter zerstreut, auf zahlreichen, ja mitunter auf sämtlichen Blättern der Sträucher. Zur Zeit der Teleutosporenbildung scheinen die Pilze sich zuletzt aber noch ganz besonders zu vermehren. Wenn man im Oktober oder November, wie ich das, um Material für Kulturversuche einzusammeln, seit Jahren regelmässig ausgeführt habe, die Weiden- und Pappelgesträuche absucht, findet man die verbreiteten Arten fast auf jedem Strauche, in der Regel auf zahlreichen, manchmal auf fast sämtlichen Blättern, und wenn man später kommt, liegen Tausende mit Teleutosporen bedeckter

[1]) Auf das Vorkommen von Mischungen hat schon Plowright aufmerksam gemacht (Gard. Chron. 9. 1891. 459); es handelte sich um Mischungen der *Puccinia*-Arten auf *Phalaris*.

Blätter am Boden umher. Auf das massenhafte Vorkommen von *Melampsora Larici-Tremulae* und *Mel. Larici-epitea* in der Umgegend von Hamburg wurde bereits aufmerksam gemacht; ähnliches gilt auch für *Mel. Larici-Capraearum* und stellenweise für *Mel. Larici-Pentandrae*. Da bei den genannten Pilzen sowohl die Aecidiosporen wie die Uredosporen stets sehr leicht infizieren, wenn sie auf geeignete Blätter gebracht werden, wie die Kulturversuche lehren, so liegt gar kein Grund vor, daran zu zweifeln, dass diesen Sporen das Auftreten und die Verbreitung der Pilze in erster Linie zuzuschreiben ist. Von Millionen von Aecidiosporen der heteröcischen Pilze gelangen zwar begreiflicherweise nur vereinzelte auf die Blätter der richtigen Nährpflanze, falls beide Nährpflanzen nicht zufällig nahe beisammen wachsen. Es ist daher nicht wunderbar, dass die ersten Uredolager sehr spärlich sind. Dass aber von einem oder wenigen vorhandenen Lagern, wenigstens unter günstigen Umständen, die ganze Pflanze infiziert werden kann, ist völlig verständlich, wenngleich es keineswegs immer zu geschehen braucht. Die grössere Ausdehnung der ersten Uredolager glaube ich mit der weicheren Beschaffenheit der Gewebe der jungen Blätter und mit dem Umstande in Zusammenhang bringen zu sollen, dass die Blätter nach dem Eindringen der Keimschläuche noch weiterwachsen; auch die Aecidienlager werden grösser, wenn junge Blätter infiziert werden, als wenn die Blätter schon ausgewachsen sind.

Dass die Uredosporen mit dem Winde in Menge befördert werden, ist aber nicht bloss aus der Verbreitung und dem Umsichgreifen der Epidemien zu erschliessen; man kann auch direkt beweisen, dass die Luft tatsächlich Uredosporen in Menge enthält, wie unten noch genauer gezeigt werden soll. (Kap. VII.)

Ein interessantes Beispiel für die Ausbreitung einer Rostkrankheit durch den Wind erwähnt B. D. Halsted (Bull. Torr. Bot. Club 25. 1898. 159): *Puccinia Asparagi* DC. trat auf abgeschnittenem und dann nachgewachsenem Spargel neben einem stark infizierten Felde nur auf der dem Felde zugekehrten Seite der Pflanzen auf, und da nicht, wo ein dazwischen befindliches Haus das Zuwehen der Sporen hinderte.

c) Mitwirkung der Insekten.

Es soll aber nicht behauptet werden, dass es der Wind allein ist, der die Verbreitung der Uredosporen und der Aecidiosporen besorgt. Jedes über ein rostiges Blatt kriechende Insekt muss zur Verbreitung der Sporen beitragen, zunächst auf dem Blatte selbst; es wird aber auch die Sporen auf andere Blätter verschleppen, und da im Freien überall zahl-

reiche Insekten umherstreifen, so kann ihre Wirkung nicht unbedeutend sein. Ich denke mir, dass die Insekten in erster Linie bei der Verbreitung des Rostes auf derselben oder auf benachbarten Pflanzen eine Rolle spielen. Den Transport der Sporen auf weitere Entfernungen dürfte wesentlich der Wind übernehmen. Von bestimmten gegenseitigen Anpassungen zwischen Insekten und Rostpilzen ist bisher wenig bekannt geworden. Vielleicht könnte die lebhafte Farbe der Rostpilze ein Mittel zur Anlockung der Insekten sein. Auffällig ist der Duft der Spermogonien, doch kann man hieran keine Vermutungen knüpfen, weil die Funktion der Spermogonien noch völlig rätselhaft ist. Nicht unerwähnt mag aber bleiben, dass die winzigen Larven einiger Arten der Dipterengattung *Diplosis* sich von Rostpilzsporen ernähren, dass also ohne Zweifel die eierlegenden Weibchen die Rostlager aufsuchen müssen und dadurch unbewusst und zugleich im eigenen Interesse zur Verbreitung der Rostpilze beitragen, wenngleich sie selbst Feinde derselben sind. Die kleinen roten Larven sind, namentlich allerdings auf Aecidienlagern, eine sehr verbreitete Erscheinung (Klebahn, Naturw. Verein Bremen 11. 1890. 328) und jedenfalls jedem, der Rostpilze gesammelt hat, wohlbekannt.

Über eine „Symbiose“ von Gallmückenlarven mit Uredineen berichtet Thomas (Irmischia 6. No. 9. 1886).

Anpassungen der Teleutosporen von *Diorchidium* an die Loslösung und den Transport durch Insekten erwähnt Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891. 95). Vorrichtungen zur Ablösung der Sporen (Teleutosporen) beschreibt auch Dietel (Hedwigia 37. 1898. 205; 41. 1902. 109) für Arten von *Phragmidium*, *Ravenelia* und anderen Gattungen. Von besonderen Beziehungen zu Insekten erwähnt Dietel nichts.

d) Keimungs- und Infektionsbedingungen der Aecidiosporen und der Uredosporen.

Die Keimung der Uredo- und Aecidiosporen findet in der Regel leicht statt, wenn sich die Sporen mit Wasser durchtränkt in einem genügend feuchten Raume befinden. Zahlreiche Keimungsversuche in der „feuchten Kammer“ sind in neuerer Zeit von Hitchcock und Carleton (Kansas State Agric. Coll. Exp. Stat. Bull. 38. 1893), Carleton (Bot. Gaz. 18. 1893. 447), Wüthrich (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 2. 1892. 84), Eriksson (z. B. Getreideroste 72 etc.), Bolley (Centr. f. Bact. 4. 1898. 892) und Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 233) ausgeführt worden. Die erstgenannten Autoren haben namentlich den Einfluss verschiedener Chemikalien auf die Keimung von Getreiderostsporen untersucht (*Puccinia graminis, Rubigo vera, coronata*). Sie erhielten leichte Keimung in Wasser

und selbst in gewissen schwachen Salzlösungen, z. B. in 1 ‰ Kaliumsulfid, Kaliumpermanganat usw.; die Gegenwart von Sauerstoff (Wasserstoffsuperoxyd), Kalium, Natrium, Schwefel, Ammonium etc. erwies sich sogar als fördernd für die Keimung. Salze, welche Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Chrom etc. enthielten, schwächten die Keimung oder hoben sie auf, je nach der Konzentration. Im ganzen wurde die Keimkraft der Sporen in der Regel als eine gute erfunden. Bolley stellte fest, dass die Sporen von *Aecidium Rhamni, Aec. Berberidis*, Uredosporen von *Puccinia Rubigo vera, P. graminis* etc. nach längerem Transport mit der Post und Liegen im Laboratorium noch gut keimfähig waren, und dass sie selbst dann noch keimten, wenn sie längere Zeit der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt worden waren.

Im Gegensatze dazu ist nach Eriksson das Keimungsvermögen mancher Rostsporen häufig ein schlechtes oder launenhaftes, z. B. das der Sporen von *Aecidium Berberidis* (l. c. 72), der Uredosporen des Gelbrosts (l. c. 175) usw. Eine ähnliche Erfahrung hatte schon de Bary (Monatsb. Akad. Berlin. 1865. 28) gemacht; bei künstlichen Keimungsversuchen mit *Aecidium Berberidis* trat in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle keine Keimung ein, weder mit frischen Sporen, noch mit solchen, die einige Zeit trocken aufbewahrt waren. Diese Beobachtungen müssen auffällig erscheinen, da doch die Sporen zur Infektion bestimmt sind und erst auskeimen müssen, bevor sie infizieren. Während aber Eriksson den Schluss zieht, dass die nicht keimenden Sporen auch nicht infizieren und die Bedeutung der Sporen für die Infektion daher nicht so gross sei, wie man gewöhnlich meine, scheint es mir richtiger zu sein, zuvor die Frage zu stellen, ob das Eintreten oder Nichteintreten der Keimung in Wasser einen unbedingt richtigen Massstab für das vorhandene oder fehlende Infektionsvermögen der Sporen abgibt. Mit andern Worten, ich halte es für möglich, dass Sporen, die in Wasser nicht keimen, doch infizieren, wenn sie auf die Blätter der Nährpflanze gelangen, und es scheint mir zweckmässig zu sein, zwischen Infektionsvermögen und Keimkraft der Sporen schärfer zu unterscheiden, als es gewöhnlich geschieht.

Ich habe selbst wiederholt festgestellt, dass die Sporen von *Peridermium Strobi* in der feuchten Kammer schlecht keimen; Infektionen auf *Ribes*-Arten treten aber stets mit Leichtigkeit ein. Noch kürzlich stellte ich einige Versuche an, deren Ergebnis nicht ohne Interesse ist. Sporen von *P. Strobi*, die bereits am 20. März gesammelt und seitdem trocken aufbewahrt worden waren, wurden am 8. Mai ausgesät, und zwar 1. auf *Ribes aureum*, 2. auf ein Deckglas mit einer dünnen Schicht sterilen *Ribes*-Decoct-Agars, 3. auf ein mit Wasser befeuchtetes Deckglas,

beide Deckgläser in der feuchten Kammer. *Ribes aureum* war nach 12 Tagen auf allen geimpften Blättern infiziert. Unter den nur mit Wasser befeuchteten Sporen in der feuchten Kammer war selbst am 25. Mai kaum eine Keimung zu bemerken, obgleich eine nicht zählbare Menge von Sporen sich darin befand. Auf dem *Ribes*-Agar keimten die Sporen auch anfangs schlecht, doch vermehrte sich die Zahl der Keimungen allmählich ziemlich auffällig, und die Keimschläuche machten einen kräftigen Eindruck, wenn sie auch nicht danach aussahen, als ob sie sich auf dem künstlichen Nährboden zu einem Mycel entwickeln würden. Hier kann man allerdings die Frage stellen, ob nicht vielleicht die wenigen Sporen, die in Wasser auskeimten, zur Herbeiführung einer reichlichen Infektion ausgereicht hätten, da man bei dem Infektionsversuche ja nicht einzelne Sporen auftragen kann und in der Menge der aufgebrachten auch bei schlechter Keimfähigkeit immerhin eine Anzahl keimender sein wird. Aber andererseits kann man sich bei der Betrachtung dieser Versuchsresultate des Eindrucks kaum erwehren, dass die lebende Pflanze einen besonderen Reiz auf die Sporen ausüben muss, und dass dieser Reiz bis zu einem gewissen Grade auch bereits durch das Decoct der Nährpflanze ausgelöst werden kann.

Auch bei meinen zahlreichen andern Kulturversuchen mit Rostpilzen habe ich immer die Erfahrung gemacht, dass von gut entwickelten Pilzlagern entnommene Sporen, wenn sie sich auf der richtigen Nährpflanze befinden, stets leicht infizierten. Die Ausnahmen sind so selten, dass von einer Launenhaftigkeit der Sporen bei der Infektion nicht die Rede sein kann.

Ohne den Wert des Keimungsversuches unterschätzen zu wollen, scheint mir daher doch der Infektionsversuch, vorausgesetzt, dass man den geeigneten Wirt kennt, zur Beurteilung eines Sporenmaterials vorzuziehen zu sein.

In ganz ähnlichem Sinne hat sich Freeman (Ann. of Bot. 16. 1902. 498) ausgesprochen. Gut aussehende Uredosporen des *Bromus*-Rosts ergaben keine Keimung in destilliertem Wasser, Sporen aus benachbarten Soris infizierten aber leicht die *Bromus*-Pflanzen. Der genannte Autor schliesst: „the negative results in the distilled water tests are not always an indication that the spores were incapable of germination“.

Da die Sporen allerdings, um infizieren zu können, zuvor auskeimen müssen, und da die Keimung nicht ohne einen gewissen Grad von Feuchtigkeit vor sich geht, so pflegt man bei Kulturversuchen, um eines möglichst hohen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft sicher zu sein, und zugleich auch, um das Zufliegen anderer Sporen tunlichst zu verhüten, die Versuchs-

pflanzen mit Glasglocken zu bedecken. Ich habe aber die Erfahrung gemacht, dass Infektionsversuche manchmal auch sehr gut gelingen, wenn man die mit den trockenen Sporen bestäubten Pflanzen einfach in ein Gewächshaus stellt, das keineswegs besonders feucht gehalten zu werden braucht. Ich pflege die Vermehrung der Uredolager auf derselben Pflanze *(Carex, Phalaris)* gewöhnlich ohne Glocke auszuführen, aus dem einfachen Grunde, weil die Versuchspflanzen das andauernde oder wiederholte Bedecken nicht vertragen würden. Vermutlich können die auf den Blättern der Nährpflanze befindlichen Sporen, wenn die Luft nicht allzutrocken ist, einen grossen Grad von Feuchtigkeit, vielleicht schon einen zur Keimung ausreichenden, aus der feuchten Luftschicht, die sich in unmittelbarer Berührung mit jedem transpirierenden Blatte befinden muss, entnehmen. Vielleicht kommt noch ein zweites Moment hinzu. Die Rostpilze sind, wie unten (Kap. XIII) noch genauer erörtert werden wird, in Bezug auf ihre Nährpflanzen sehr wählerisch. Man fühlt sich versucht, anzunehmen, dass die Keimschläuche eine Empfindung dafür haben, ob sie sich auf der geeigneten Nährpflanze befinden oder nicht; jedenfalls scheint es, als ob die Nährpflanze auf die Keimschläuche einen Reiz auszuüben vermag, auf den letztere reagieren. Wenn das der Fall ist, so liegt kein rechter Grund vor, zu bestreiten, dass ähnliche Reize, wie schon oben angedeutet wurde, bereits auf die Sporen ausgeübt werden und sie zur Keimung veranlassen können, wenn sie sich auf der richtigen Nährpflanze befinden.

Da die hier berührte Frage nicht nur von theoretischem, sondern auch von praktischem Interesse ist, so würde es nützlich sein, wenn man einmal durch vergleichende Aussaat- und Infektionsversuche bei verschieden hohem, genau gemessenem Feuchtigkeitsgehalte der Luft feststellen könnte, 1., bei welchem niedrigsten Feuchtigkeitsgrade der Luft die Sporen zum Keimen zu bringen sind, und 2., ob eine Beeinflussung der Keimung durch die Berührung der Sporen mit den Blättern der Nährpflanze eintritt. Die Aussaat der Sporen müsste dabei etwa stattfinden: 1. auf Glasscheiben, 2. auf den Blättern der Nährpflanze, 3. auf den Blättern anderer Pflanzen, bei denen man möglichst ähnliche Transpirationsverhältnisse erwarten kann, um durch diese den Einfluss der feuchten Luftschicht an der Oberfläche der Blätter in Rechnung ziehen zu können. Auch im übrigen wäre allerdings die Ausführung derartiger Versuche wohl nicht ohne eine Reihe technischer Schwierigkeiten möglich.

Da es einstweilen an einer sicheren Unterlage für den uns beschäftigenden Gegenstand fehlt, müssen wir mit den Folgerungen rechnen, die man gelegentlich bei Infektionsversuchen ziehen kann, und danach

scheint es mir, wie schon angedeutet, als ob ein möglichst hoher Grad von Feuchtigkeit nicht unbedingt die günstigsten Bedingungen für die Infektion liefert.

Übertragen wir diese Verhältnisse auf die Infektionsbedingungen im Freien, so möchte ich glauben, dass besonders nasses, regnerisches Wetter durchaus nicht das für die Vermehrung und Verbreitung des Rosts geeignetste ist, und dass das Maximum der gefallenen Regenmenge und der Häufigkeit der Regenschauer nicht mit dem Optimum der Keimungs- und Ausbreitungsbedingungen des Rosts zusammenzufallen braucht. Trockenes, windiges oder sonniges Wetter, bei dem die Insekten sich umhertreiben, verbreitet die Rostsporen; starke Regengüsse aber dürften eher die Sporen von den Blättern ab- und auf den Boden spülen und sie dadurch unschädlich machen, als sie verbreiten oder ihre Keimung fördern. Die für das Auskeimen günstigsten Bedingungen bringt nicht der Regen an sich, sondern die nach demselben unter Umständen vorhandene feuchte Luft, und diese kann bei feinem Sprühregen in weit höherem Grade vorhanden sein, als bei starkem Regen; sie kann auch ohne Regen durch Nebel und Tau hervorgebracht werden.

Die Wassertröpfchen, welche sich an der Spitze der Grasblätter bei feuchter Luft abscheiden, sind, wie es nach den Versuchen von Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 273) scheint, für das Auffangen der Sporen und für ihre Keimung nicht ohne Bedeutung. Ganz besonders aber dürfte der Nebel die Keimung der Rostsporen fördern. Zukal (Sitzungsb. K. Akad. Wien. 108. 1899. 561) schreibt, in Ungarn fürchte man den Rost viel weniger als den Nebel; der Nebel mache binnen 48 Stunden die vollen Ähren taub, habe man ihm ganz allgemein versichert. Ich glaube, dass Zukal Recht hat, wenn er die schädliche Wirkung des Nebels durch die Förderung erklärt, welche die Entwickelung des Rostes durch den Nebel erfährt, wenn ich auch seiner Ansicht, dass das im Wachstum geförderte Mycel in das Innere der Samen dringe und daselbst die Reservestoffe in Lösung bringe, nicht zustimmen möchte.

Mit der Tau- und Nebelbildung ist aber auch stets zugleich eine mehr oder weniger grosse Abkühlung der Luft verbunden. Es gewinnen daher im Zusammenhange mit dem Vorstehenden die Angaben Erikssons über die Förderung der Keimfähigkeit der Uredo- und Aecidiosporen durch Abkühlung ein besonderes Interesse. Eriksson fand, wie schon erwähnt, bei künstlichen Keimungsversuchen vielfach, dass gewisse Rostsporen, selbst wenn sie frisch aus dem Freien geholt wurden, schlecht keimten oder launenhaft in der Keimung waren. In manchen Fällen, aber durchaus nicht in allen, konnte Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh.

4. 1894. 69 u. 201; Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. 1. 1895. 557) durch mässige oder stärkere Abkühlung (auf 0°, durch schmelzendes Eis, oder auch darunter) eine reichlichere Keimung hervorrufen, z. B. bei *Aecidium Berberidis, Peridermium Strobi, Uredo glumarum, Uredo coronata* u. a. Diese Wirkung zeigte sich namentlich, wenn die voraufgehende Witterung feucht gewesen war, dagegen fand nach voraufgehender Dürre keine fördernde Wirkung statt. Schwerlich ist aber damit eine allgemeine Regel gefunden, denn manche Sporen, z. B. *Aecidium Rhamni, Aec. graveolens* und *Uredo graminis,* keimten auch ohne Behandlung gut. Nach diesen Erfahrungen Erikssons kann man aber in den Schwankungen der Temperatur, kalten Nächten usw. einen rostfördernden Einfluss sehen.

Vor Eriksson hatte übrigens bereits Plowright (Brit. Ured. 35) festgestellt, dass Uredosporen von *Puccinia Rubigo vera* im Winter trotz nächtlicher Abkühlung auf — 5° keimfähig blieben, und Dietel (Bot. Centr. 32. 1887. 248) fand Uredosporen von *Phragmidium obtusum* im Winter keimfähig.

In neuester Zeit hat Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 233) sehr detaillierte Untersuchungen über die *Bromus*-Roste gemacht, bei denen er namentlich auch zahlreiche Keimungsversuche mit Uredosporen anstellte. Marshall Ward hält es für falsch, aus der Leichtigkeit, mit welcher die Infektion im Sommer bei allen gewöhnlichen Temperaturen stattfindet, zu schliessen, dass auch die Keimung der Uredosporen bei allen gewöhnlichen Temperaturen leicht eintrete (p. 265). Nach seinen Erfahrungen hat vielmehr die Temperatur auf die Keimung einen sehr wesentlichen Einfluss. Die Temperaturgrenzen, zwischen denen die Keimung der *Bromus*-Uredo stattfindet, sind 10—12 und 26—27° C.; das Optimum liegt bei 20°. Kurzes Einfrieren (— 5,° 10 Minuten) schadet den Sporen nicht, längeres Einfrieren, 4—5 Stunden, tötet sie. Ebenso empfindlich sind sie gegen Temperaturen oberhalb 30°; Erhitzen auf 65—70° tötet sicher alle Uredosporen. Extrakte der Nährpflanzen, einerlei ob gekocht oder ungekocht, üben nach Marshall Ward keinen Einfluss auf die Keimung aus (p. 269, 270). Auch die „Launenhaftigkeit“ der Sporen in Bezug auf die Keimung konnte Marshall Ward (Annal. Mycol. 1. 1903. 134 ff.) in manchen Fällen nachweisen. Er ist aber überzeugt, dass die dem Keimungsversuch voraufgehenden Einwirkungen, Wärme und Kälte, Trockenheit oder Feuchtigkeit, Alter und Reife der Sporen von Einfluss sind, und er sucht durch planmässig abgeänderte Versuche diese Einflüsse, sowie die günstigsten Keimungsbedingungen kennen zu lernen.

Von besonderer Wichtigkeit ist auch die Dauer der Keimkraft der Rostsporen. Es liegen über diesen Gegenstand nicht gerade viel systematische Untersuchungen vor, aber doch eine Reihe von gelegentlichen Anmerkungen, die lehrreich genug sind.

Nach de Bary (Monatsb. Akad. Berlin 1865. 24) geht die Keimfähigkeit der Uredosporen von *Puccinia graminis* bei trockenem Aufbewahren nach 1—2 Monaten verloren. Man könnte daraus den Schluss ziehen, dass die Dauer der Keimfähigkeit der Sporen im allgemeinen keine besonders grosse sei. Es scheint aber doch, als ob dieselbe verhältnismässig lange anhält, jedenfalls lange genug, um auch noch Infektionen zu ermöglichen, wenn die Sporen bei trockenem Wetter lange Zeit durch die Luftströmungen umhergeführt oder mit dem Winde weit transportiert worden sind.

Im Voraufgehenden wurden bereits einige meiner eigenen Erfahrungen erwähnt, wonach Sporen von *Peridermium Strobi* noch nach 5 Wochen, solche von *Perid. Soraueri* (zu *Coleosporium Melampyri*) noch nach 20 Tagen infizierten. Ferner wurde auf die Angaben Bolleys hingewiesen, der nach längerem Transport und nach dem Aufbewahren der Sporen an Luft und Sonne noch Keimungen erhielt, z. B. bei *P. „Rubigo vera“* noch nach 30 Tagen.

Marshall Ward (Ann. Mycol. 1. 1903. 138) konnte bei *Bromus*-Rosten *(Pucc. „dispersa“)*, nachdem die Uredosporen 61 Tage getrocknet aufbewahrt worden waren, noch Keimungen hervorrufen; allerdings traten dieselben mitunter langsam ein.

Über eine noch weit längere Dauer der Keimkraft der Uredosporen gewisser Pilze aus dem Himalaya berichtet Barclay (Trans. Linn. Soc. 3. 1891. 234). Es sind mehrere Arten darunter, die auch in Europa vorkommen *(Puccinia coronata var. himalensis* Barcl., *Uredo Bupleuri* Barcl., *Uredo Gomphrenatis* Barcl., *Pucc. Prenanthis* (Pers.) Fuck., *P. Caricis filicinae* Barcl., *Uromyces Vossiae* Barcl., *P. Acetosae* (Schum.) Körn., *Uromyces Pisi* (Pers.) de Bary (auf *Lathyrus*), *Melampsora Lini* Desm., *P. flosculosorum* (Alb. et Schw.) Roehl. Barclay fand eine Dauer der Keimfähigkeit von über zwei Monaten bis zu mehr als acht Monaten, anscheinend in der Regel bei trockener Aufbewahrung der pilztragenden Blätter, z. B. in einem mit einem Uhrschälchen zugedeckten Glase. Bei *Uromyces Vossiae* erwiesen sich aber auch die auf überwinterten Blättern im April fünf Monate nach der Reife gesammelten Uredosporen noch als keimfähig.

Damit kommen wir auf eine weitere wichtige Frage, nämlich die Erhaltung der Keimfähigkeit der Uredosporen während der Winterzeit.

Sehr beachtenswert sind in dieser Beziehung die Angaben von Hitchcock und Carleton (Kansas State Agr. Coll. Exp. Stat. Bull. 38. 1893. 11), wonach die zu verschiedenen Zeiten des Winters im Freien gesammelten Uredosporen von *P. Rubigo vera* gut keimfähig waren. Ob sich aber diese Erfahrungen ohne weiteres auf unsere mittel- und nordeuropäischen Verhältnisse übertragen lassen, scheint doch zweifelhaft zu sein. Zwar berichtet auch Dietel (Bot. Centralbl. 32. 1887. 248) über einen Fall der Erhaltung der Keimfähigkeit von Uredosporen während der Wintermonate. Die Uredosporen von *Phragmidium obtusum* Schm. et Kze. auf *Potentilla reptans,* die seit Mitte Dezember ununterbrochen von Schnee und Eis bedeckt gewesen waren, erwiesen sich am 28. Januar und 12. Februar als keimfähig. Ferner brachte E. Jacky (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 141) *Chrysanthemum*-Blätter mit Uredosporen von *Puccinia Chrysanthemi* Roze am 1. Dezember in Gazesäckchen ins Freie und fand sie am 5. Februar noch keimfähig. Dagegen kam Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 67) in Bezug auf *Pucc. graminis* zu ganz anderen Resultaten. Die Uredosporen verloren ihre Keimkraft stets während des Winters, wenn sie sich im Freien befanden. Sie erhielten dieselbe nur, wenn sie im Hause aufbewahrt wurden; doch die Keimkraft sank dann immer mehr, um schliesslich ganz zu schwinden. Da diese Frage anscheinend noch nicht genügend geklärt ist, so sind genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand erwünscht, namentlich in Bezug auf diejenigen Rostpilze, von denen man annimmt, dass sie im Uredozustande überwintern. Zu einem sicheren Urteil aber wird man nur kommen, wenn man nicht bloss Keimungsversuche, sondern auch Infektionsversuche auf der lebenden Pflanze ausführt.

Die im Voraufgehenden dargestellten Gedanken entsprechen den bisher allgemein und auch gegenwärtig noch von der Mehrzahl der Beobachter festgehaltenen Anschauungen. Es muss aber bemerkt werden, dass Eriksson sich in zahlreichen Schriften gegen diese Anschauungen gewandt hat, dass er den Sporen, insbesondere den Uredo- und Aecidiosporen die grosse Bedeutung für die Verbreitung der Rostkrankheiten, die man ihnen zuschreibt, abspricht und in inneren Krankheitskeimen die hauptsächlichste Ursache finden will. Unstreitig ist noch manches in Bezug auf die Verbreitungs-, Keimungs- und Infektionsbedingungen der Rostsporen nicht genügend geklärt; darum liegt aber kein Grund vor, den sicheren Boden der bisher festgestellten Tatsachen zu verlassen. Es wird in dem Kapitel „Die Getreiderostfrage“ noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen sein.

d) Keimung der überwinternden Teleutosporen.

Wesentlich andere Verhältnisse als bei der Keimung der Aecidiosporen und der Uredosporen kommen bei der Keimung der Teleutosporen in Betracht. Die Mehrzahl der heteröcischen Rostpilze hat überwinternde Teleutosporen. Diese keimen in der Regel nur, wenn sie den Winter über im Freien, den Einwirkungen aller Witterungseinflüsse ausgesetzt, zugebracht haben.

Für die Teleutosporen der *Puccinia graminis* hat Eriksson (Centr. f. Bact. 2. Abt. 4. 1898. 379) gezeigt, dass sie mit seltenen Ausnahmen nur in dem auf ihre Bildung folgenden Frühlinge keimen, und zwar nur dann, wenn sie sich den Winter im Freien befunden haben. In den erwähnten Ausnahmefällen hatten die Sporen einen oder zwei Winter trocken im Herbarium und dann einen Winter im Freien gelegen.

Plowright (Gard. Chr. 23. 1898. 45) hat zweimal vergeblich versucht, *Pucc. graminis* aus Australien zum Keimen zu bringen. Er stellt die Frage, ob die australische Winterkälte vielleicht nicht ausreiche, um die Keimfähigkeit hervorzurufen.

Mit andern Teleutosporen scheinen bestimmte Versuche nach dieser Richtung kaum angestellt zu sein, ohne dass darum an dem entsprechenden Verhalten der andern Teleutosporen gezweifelt zu werden brauchte. Jedenfalls haben fast alle Beobachter, die erfolgreich mit überwinternden Teleutosporen experimentiert haben, dieselben entweder im ersten Frühjahr im Freien gesammelt oder selbst sie überwintern lassen. Nur eine abweichende Angabe ist mir bekannt geworden; von der übrigens nicht wirtswechselnden *Puccinia Helianthi* Schweinitz sagt Woronin (Bot. Zeit. 1872. 683) ausdrücklich, dass die Teleutosporen ohne Unterschied keimten, ob sie im trockenen Zustande im Zimmer aufbewahrt worden waren, oder ob sie von den Blättern der Sonnenblumen genommen wurden, welche im ganzen Winter unter dem Schnee gelegen hatten. Auch Carleton (Journ. of applied microscopy. Rochester. 6. 1903. 2111) gibt an, dass die Teleutosporen des „sunflower rust“ ohne Ruheperiode keimen.

Welche der bei der Überwinterung wirkenden Einflüsse die wesentlichen sind, und inwieweit dieselben durch künstliche Einwirkungen im Laboratorium ersetzt werden können, verdiente eine Untersuchung.

Nach der Überwinterung vertragen die Teleutosporen das Austrocknen und bewahren dann im trockenen Zustande längere Zeit ihre Keimkraft. Mit *Puccinia graminis, Caricis, coronata, Ribis nigri-Acutae, Melampsora Larici-Capraearum* konnte ich noch im Juli Infektionen ausführen, bei *Mel. Larici-Pentandrae* war die Keimkraft am 1. Juli erloschen

(VI. Bericht. 38). Nach Eriksson (l. c.) dauert die Keimkraft bei *Pucc. graminis* sogar bis zum September. Die trocken aufbewahrten Teleutosporen keimen in der Regel binnen 24 Stunden, wenn man sie zuerst in Wasser gehörig einweicht und sie dann in einem feuchten Raume aufhebt. Der Keimungszustand pflegt dann 2—4 Tage anzuhalten. Nach einigen gelegentlich gemachten Beobachtungen glaube ich, dass nicht bei allen Arten die Teleutosporen gleich nach der Überwinterung keimfähig sind. Vielmehr scheint bei solchen Arten, wo die Nährpflanze erst später im Sommer die zur Infektion geeignete Beschaffenheit erhält, z. B. *Pucciniastrum Padi, Abieti-Chamaenerii* u. a., auch die Keimfähigkeit erst zu der passenden Zeit einzutreten. Es würde sich hier um interessante Anpassungen handeln, deren genauere gelegentliche Erforschung wünschenswert ist.

Die Verhältnisse im Freien dürften zwar denen bei der künstlichen Kultur in den meisten Punkten entsprechen, doch auch mehrere Abweichungen zeigen. Die Keimfähigkeit der Teleutosporen wird sich im Freien bei weitem nicht so lange halten, weil die Sporen unter günstigen Bedingungen leicht und reichlich auskeimen. Dennoch wäre es falsch, anzunehmen, dass, wenn einmal Keimung eingetreten ist, sofort alle Sporen auskeimen und ihre Keimkraft verlieren. Im Freien erstreckt sich die Keimungsperiode wahrscheinlich oft über einen viel grösseren Zeitraum als beim künstlichen Versuche. Dabei mögen der Umstand, dass die Sporen nach der Überwinterung nicht immer völlig austrocknen, der häufige Wechsel von kurzer Durchfeuchtung und Wiederaustrocknung sowie die Verschiedenartigkeit der Bedingungen an den Stellen, wo sich die Teleutosporen gerade befinden, eine Rolle spielen. Untersuchungen liegen nicht vor; doch sind einige gelegentliche Erfahrungen erwähnenswert. Teleutosporen von *Melampsora Larici-populina* und *Larici-Capraearum* habe ich im Freien mehrfach schon so frühzeitig keimend gefunden, dass an eine Infektion der Lärchen noch gar nicht zu denken war. Die mit heimgebrachten Sporen keimten nach dem Austrocknen auch später noch leicht. Besonders lehrreich sind die folgenden Beobachtungen. Neben einem bereits mit reichlichen Spermogonien bedeckten *Taraxacum officinale* fand ich (Klebahn, Kulturv. 336 [20]) trockene *Carex*-Blätter mit Teleutosporen von *Puccinia silvatica*. Als die Teleutosporen, die offenbar bereits die Spermogonien hervorgebracht hatten, in Wasser eingeweicht wurden, zeigten sie sich noch gut keimfähig und liessen sich noch zur erfolgreichen Infektion von *Taraxacum* verwenden. Im Sommer 1902 wurden in Ermangelung genügenden Materials von *Puccinia Smilacearum-Digraphidis* Teleutosporen, die bereits bei einem Aussaatversuche mehrere Tage hindurch in

die zur Keimung günstigen Bedingungen versetzt worden waren und auch reichliche Infektionen hervorgerufen hatten, nochmals zu einem Aussaatversuche verwendet. Sie brachten auch dieses zweite Mal noch eine recht reichliche Infektion hervor. Es folgt daraus, dass das erste Mal ein Teil der Sporen trotz mehrtägigen Feuchthaltens nicht gekeimt hatte. In ähnlicher Weise werden also auch im Freien die Teleutosporen nicht alle auf einmal auskeimen, sondern nach und nach, wenn sie wiederholt nass und wieder trocken werden, eine Eigentümlichkeit, die für die Erhaltung der Pilze jedenfalls nicht ohne Bedeutung ist.

f) Verbreitung der Sporidien.

Die Frage, wie die Sporidien verbreitet werden, lässt sich gegenwärtig kaum ganz befriedigend beantworten. Man kann zwar nicht zweifeln, dass sie in erster Linie vom Winde, vielleicht auch teilweise durch Tiere umhergetragen werden; den Mechanismus ihrer Beförderung durch den Wind genau zu verstehen, macht aber doch einige Schwierigkeiten. Die Blätter oder Halme, welche keimende Teleutosporen tragen, befinden sich fast ausnahmslos am Boden; die Sporidien müssen also vom Winde zunächst gehoben werden. Nun scheinen die Sporidienträger allerdings die Kraft zu haben, die Sporidien eine, wenn auch nur sehr kurze Strecke fort zu schleudern, sodass der Wind sie nicht erst von ihrer Bildungsstätte abzulösen braucht. Aber trotzdem sind damit die Schwierigkeiten nicht ganz beseitigt, denn eine zu schwache Luftströmung wird nicht von genügender Wirkung sein, eine zu starke wird zu sehr austrocknend auf die Teleutosporen einwirken und die Keimung hemmen.

Eine weitere Frage, über die noch keine Untersuchungen vorliegen, ist die, wie lange die Keimkraft der Sporidien dauert, und ob sie das Austrocknen ertragen. Denn wenn sie mit dem Winde befördert werden sollen, so müssen sie entweder das Austrocknen ertragen können, oder man muss annehmen, dass sie nur bei feuchtem Winde keimfähig auf weitere Entfernungen gelangen. de Bary (Bot. Zeit. 1879. 782) meint, dass die Sporidien des Fichtenaecidiums nicht sehr weit transportiert werden können, weil sie leicht vertrockneten. Die weiter unten zu erwähnenden Epidemien sprechen aber doch für die Möglichkeit eines weiteren Transports ohne Verlust der Infektionskraft, und es fragt sich nur, ob derselbe bei trockenem Wetter möglich ist, oder ob es dazu eines eigenartigen, zwar bewegten, aber doch feuchten Zustandes der Luft bedarf. Hier sind noch manche Einzelheiten nicht genügend klar; aber es wäre verkehrt, aus einigen Schwierigkeiten, die sich der Erklärung einstweilen noch darbieten, zu folgern, dass die Verbreitung der Sporidien

durch den Wind überhaupt keine grosse Rolle für das Auftreten der Aecidien in der Natur spiele.

Man darf sich allerdings nicht wundern, wenn geringe Quantitäten von Teleutosporen, die sich an einem Punkte zusammengedrängt finden, ihre Wirkung nicht auf weite Entfernung bemerken lassen, zumal wenn es sich um künstlich herbeigeführte Versuche handelt. Eriksson hat wiederholt auf die geringe Wirkung, die im Freien vorhandene infizierte Pflanzen auf ihre Umgebung ausüben, hingewiesen. Er berichtet z. B. (Ann. sc. nat. 8. s. 14. 123) über folgenden Versuch. In einem Gehölz, dessen Boden mit *Convallaria* bewachsen war, befestigte er ein Bündel von 50 teleutosporentragenden Halmen an einem Busche und stellte später den Erfolg fest: In 0—1 m Entfernung waren bis 85 % der Pflanzen befallen; in 1—5 m Entfernung 16—50 %, aber je nach der Richtung sehr verschieden; in 5—10 m Entfernung waren nach einer Richtung noch bis 10 % von 800 Pflanzen, in 10—15 m Entfernung nach einer Richtung 12 Blätter von ca. 100 Pflanzen befallen. Hierbei ist noch zu beachten, dass bei diesem Versuche nicht nach allen Richtungen hin Pflanzen vorhanden waren; dies ist wohl zu berücksichtigen, weil die Ausbreitung der Sporen keineswegs strahlenförmig nach allen Richtungen hin stattfinden, sondern der Windrichtung oder den unkontrollierbaren Wegen umherstreifender Tiere folgen wird. Eriksson glaubt hiermit die geringe Wirkung der Sporidien demonstriert zu haben. Meines Erachtens liegt hier vielmehr eine recht bemerkbare Wirkung des Zentrums von Ansteckungsstoff vor. Wieviel kräftiger muss die Wirkung sein, wenn in der Natur grosse Flächen oder zahlreiche Zentren mit Sporen vorhanden sind, und wenn dann die elementaren Gewalten hinzukommen, die in der Natur gelegentlich das Auftreten von Epidemien veranlassen, Gewalten, die man nicht künstlich heraufbeschwören kann und die keineswegs darin zu bestehen brauchen, dass es während der Versuchszeit viel regnet.

Damit kommen wir zu einem sehr wichtigen Punkte, nämlich zu der Menge der in der Natur vorhandenen Teleutosporen. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, dass manche der heteröcischen Rostpilze gerade zur Zeit der Teleutosporenbildung noch besonders an Ausbreitung zu gewinnen scheinen, und Beispiele aus der Gattung *Melampsora* wurden angeführt. Aber auch bei vielen Teleutosporen anderer Gattungen findet man ein massenhaftes Vorkommen. Auf sumpfigen Wiesen sind z. B. *Carex acuta* oder andere Arten im Herbst fast überall mit *Puccinia Caricis* oder *P. Pringsheimiana* bedeckt, im Röhricht längs dem Flussufer fehlt *Puccinia Phragmitis* selten auf den Blättern der Rohrpflanzen usw.

Natürlich wechseln Jahre massenhafter Verbreitung dieser Pilze mit solchen, in denen sie spärlicher auftreten; aber im ganzen kann man wohl sagen, dass man die in einer Gegend überhaupt verbreiteten und häufigeren Formen stets in reichlicher Menge antrifft, und wenn man sich die Zahl der vorhandenen Einzelkeime vergegenwärtigt, kommt man auf unglaubliche Zahlen. Unter diesen Umständen wird es wohl begreiflich, dass selbst, wenn die Möglichkeiten für die Verbreitung der Sporidien durch den Wind nicht besonders begünstigte sein sollten, doch genügende Mengen in die Luft gelangen, um eine Erhaltung des Pilzes auf diesem Wege zu gewährleisten, ja man kann nicht umhin, zuzugeben, dass unter besonders günstigen Umständen die Luft geradezu von Keimen wimmeln muss.

Hierfür legen die gelegentlich auftretenden Epidemien gewisser Aecidien beredtes Zeugnis ab. Das Auftreten von *Aecidium Grossulariae* hat z. B. in hiesiger Gegend während der letzten 15 Jahre einige Male einen solchen Grad erreicht, dass man kaum einen Busch von *Ribes Grossularia* fand, selbst mitten in der Grossstadt und im Schutze der Mauern, auf dem nicht eine Anzahl Aecidienlager vorhanden war. Auch die zu meinen Versuchen dienenden Stachelbeeren blieben nicht verschont; von einem einzigen grossen Topfexemplar konnte ich einmal nicht weniger als 29 Blätter mit jungen Aecidienlagern ablesen (Klebahn Kulturv. VI. 25). Seitdem ich dies beobachtet habe, bringe ich die zu Versuchen bestimmten Stachelbeeren in das Kalthaus, sobald die Knospen aufzubrechen beginnen, und seitdem haben sich keine spontanen Aecidienlager wieder gezeigt. Ähnliche Erfahrungen machte ich gelegentlich mit *Rhamnus*-Pflanzen. Diese Beobachtungen beweisen aber, dass die Sporidien durch die Luft herbeibefördert worden sind, denn eine anderweitige Entstehung dieser Aecidien ist ausgeschlossen, wie noch des Näheren weiter unten gezeigt werden soll. Man kann übrigens die Zahl der Beobachtungen, welche auf weiten Transport der Sporidien schliessen lassen, noch leicht vermehren. Beispiele würden unter andern die Formen von *Caeoma Laricis* ergeben, ferner *Aecidium Laricis, Aecidium strobilinum,* lauter Fälle, in denen es sich ausser um die Erhebung der Sporidien vom Boden bis zu der betreffenden Höhe am Baume in der Regel um einen gleichzeitigen, viel weiteren horizontalen Transport handeln wird. Ein besonders interessantes Beispiel sei noch erwähnt, das v. Tubeuf angibt (Arb. Biol. Abt. K. Gesundheitsamt 2. 176.). In diesem Falle waren Fichten, in deren näherer Umgebung sich keine Alpenrosen befanden, von den Alpenrosen auf einem in der Luftlinie 6 Kilometer entfernten Berggipfel infiziert worden.

g) Nicht überwinternde Teleutosporen.

Die nicht überwinternden Teleutosporen sind gleich nach der Reife keimfähig. Die Bedingungen, unter denen die Keimung eintritt, sind bei den einzelnen Gattungen etwas verschieden.

Die Teleutosporen von *Gymnosporangium* müssen direkt von Wasser (im Freien also vom Regen) durchtränkt sein. Wenn sie sich darauf in nicht zu trockener, aber auch nicht zu feuchter Umgebung befinden, bilden sie an der Oberfläche der Gallerten massenhafte Sporidien, die ein paar Millimeter weit geschleudert werden. Die Bedingungen für die Verbreitung der Sporidien dürften daher nicht ungünstig sein, namentlich auch, weil die Teleutosporen in einer gewissen Höhe über dem Boden entstehen; die Dauer der Keimkraft der Teleutosporen ist eine ziemlich lange, ich konnte Sporen von *Gymnosporangium clavariaeforme*, die etwa am 12. Mai gesammelt waren, noch am 8. Juni zum Keimen bringen und mit Erfolg zum Infizieren benutzen (Klebahn, Kulturv. XI. 55).

Vielleicht spielen Insekten bei der Verbreitung der Sporidien eine Rolle mit. Plowright (Gard. Chron. 18. 1882: 553) schreibt darüber: „It is probable that the promycelium spores are implanted upon the ovary by insects which had previously visited the *Podisoma* under the delusion that it was a flower, and carried the minute spores with them to the Hawthorn“. Die Hauptrolle aber dürfte der Wind spielen. Dass die Wirkung eines einzigen *Juniperus*-Exemplars sich in der Nachbarschaft sehr bemerkbar macht, und ebenso, dass die Ausbreitung der Krankheit auf den *Pomaceen* sehr von der Windrichtung abhängt, ist durch manche Beobachtung festgestellt. Einige Beispiele sind im speziellen Teil genannt. v. Tubeuf (Arb. Biol. Abt. 2. 176) erwähnt sogar einen in Oberbayern beobachteten Fall, wo zahlreiche Birnbäume befallen waren, ohne dass in einem Umkreise von 500 m ein Sadebaum vorhanden war, und bei Thaxter (Conn. Agr. Exp. St. Bull. 107. 1891. 3) finde ich den Satz: „allthough it has been shown that infection from cedars may take place at a distance of eight miles (*Gymnosporangium nidus avis*).“

Die Teleutosporen von *Coleosporium* und *Cronartium* keimen auf den lebenden Blättern ihrer Wirte anscheinend ohne direkte Benetzung; wohl aber scheint feuchte Luft zu ihrer Keimung nötig zu sein, und es genügt in solcher vermutlich die aus der Nährpflanze zugeführte Feuchtigkeit. Die Teleutosporen von *Chrysomyxa Ledi* fand Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1, 55) nach vier Wochen trockenen Aufbewahrens noch keimfähig, wenn sie dann mit Wasser eingeweicht wurden; ähnliches deutet de Bary für Chr. Rhododendri an (Bot. Zeit. 1879. 769). Ob die Teleutosporen

von *Coleosporium* und *Cronartium* das Austrocknen ertragen, ist wohl noch nicht geprüft. Im Freien findet man zur geeigneten Zeit leicht Keimungsstadien, namentlich bei *Coleosporium*, und die Sporidienbildung dauert dann fort, wenn man die Pflanzenteile in eine verschlossene Glasbüchse legt. Im übrigen sind diese Teleutosporen dem Experiment nicht so bequem zugänglich, weil man die Keimung anscheinend nicht so leicht hervorrufen kann, wie bei *Gymnosporangium* oder den überwinternden Teleutosporen; doch fehlen gerade über diesen Gegenstand noch Untersuchungen. Für die Verbreitung der Sporidien durch den Wind oder durch Tiere liegen die Bedingungen bei diesen Formen jedenfalls nicht ungünstiger als bei den anderen Rostpilzen, und das Auftreten der Kiefernblasenroste an den Waldrändern, sowie die schon oben erwähnte Beobachtung v. Tubeufs über das Auftreten des *Aecidium abietinum* beweisen zur Genüge ihre Wirksamkeit.

h) Die Infektion.

Die Infektion mittels der Rostsporen findet auf zwei verschiedene Weisen statt. Die Keimschläuche der Sporidien durchbohren in der Regel direkt die Epidermis, die der Uredo- und Aecidiosporen dringen meistens durch die Spaltöffnungen in die Gewebe des Wirtes ein. Diese Verschiedenheit erklärt es, dass die Sporidien gewöhnlich nur junge Pflanzenteile zu infizieren vermögen, während die Uredo- und Aecidiosporen auch ausgewachsene und selbst ältere Organe infizieren. Ausnahmen kommen übrigens vor. Nach de Bary (Ann. sc. nat. 4. s. 20. 1863. 87) dringen die Sporidienkeimschläuche von *Puccinia Dianthi* durch die Spaltöffnungen ein, und nach Bolley (Centr. f. Bact. 4. 1898. 918) sollen die Keimschläuche des Getreiderosts, anscheinend ist *P. „Rubigo vera“* gemeint, ebenso oft direkt wie durch die Spaltöffnungen eindringen.

Dass bei dem direkten Eindringen der Keimschläuche eine wechselseitige Beeinflussung von Parasit und Wirt zur Geltung kommt, versteht sich eigentlich von selbst, da die Keimschläuche beim Durchbohren der Zellwände eine lösende Wirkung ausüben müssen. Dass aber auch bei dem Eindringen durch die Spaltöffnungen Beeinflussungen der Keimschläuche durch den Wirt stattfinden, dafür spricht das ausgeprägte Wahlvermögen der Rostpilze in bezug auf ihre Wirte.

Die Periode vom Eindringen der Keimschläuche bis zum Sichtbarwerden des Erfolges nennt man Inkubation. Während dieser Zeit verbreiten sich die eingedrungenen Keimschläuche im Gewebe des Wirtes, senden Haustorien in die Zellen und schreiten endlich zur Bildung von Sporenlagern. Die ersten sichtbaren Spuren einer erfolgreichen Infektion zeigen

sich nicht früher als nach etwa 8 Tagen, sie können aber, je nach der Pilzart, auch bis 20 Tage oder noch länger auf sich warten lassen; in einer Anzahl von Fällen zeigt sich der Erfolg überhaupt erst in der nächsten Vegetationsperiode (*Endophyllum Sempervivi* (A. et S.) de Bary, *Peridermium* auf Kiefernnadeln etc.). Ausserdem ist die Witterung von Einfluss, bei wärmerem Wetter erfolgt auch die Entwickelung des Schmarotzers schneller.

Die Anzeichen einer gelungenen Infektion bestehen in einer helleren Färbung eines begrenzten Gewebebezirkes oder in dem Auftreten kleiner glänzender und etwas gelblich gefärbter Höckerchen, wenn Spermogonien zu erwarten sind. Die Ursache der helleren Färbung ist in erster Linie eine Veränderung des Chlorophylls; auch hat wohl das gelbe Öl, welches die Rostpilzhyphen oft enthalten, auf die Färbung Einfluss. Nach Marshall Ward (l. c. 276) kommt noch der Umstand hinzu, dass die Intercellularräume durch Pilzhyphen ausgefüllt werden und dadurch die die Gewebe undurchsichtig machende Luft teilweise verdrängt wird. In Gramineenblättern, die durch längeres Liegen in Alkohol farblos geworden sind, erscheinen die Stellen, wo sich Rostpilzmycel befindet, in durchfallendem Lichte dunkler.

Für die Beurteilung der Natur eines Rostpilzes ebenso wichtig wie die erfolgreiche Infektion ist das Ausbleiben der Infektion. Dasselbe kann zunächst darauf beruhen, dass die Sporen des Pilzes auf der betreffenden Pflanze nicht keimen oder dass ihre Keimschläuche nicht einzudringen vermögen. Dies ist der gewöhnliche Fall, wenn die Sporen auf eine Pflanze gelangen, die als Wirt des betreffenden Pilzes nicht geeignet ist. Es wurde oben bereits die Frage aufgeworfen, ob die geeignete Nährpflanze vielleicht schon auf die Sporen einen Reiz ausüben könne, der von Seiten der ungeeigneten Pflanze unterbleibt. Dass die Keimschläuche von derartigen Reizen beeinflusst werden, kann, wie schon bemerkt wurde, wohl als sicher gelten.

Aber auch das Eindringen der Keimschläuche hat nicht immer eine Infektion und eine Entwickelung der Parasiten zur Folge. Vielmehr spielen dabei die Einflüsse, welche während der Inkubationsperiode zur Geltung kommen, eine sehr wesentliche Rolle. Diese Einflüsse können zweierlei Art sein, äussere und innere.

Äussere Einflüsse sind namentlich die meteorologischen Erscheinungen, die während der Inkubationszeit eintreten. Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 291) meint, dass die Pilze während der Inkubationszeit sehr empfindlich seien, namentlich gegen Hitze, und er schreibt heisser Witterung während dieser Periode die Misserfolge zu, die er in einigen Fällen bei seinen Infektionsversuchen hatte.

Weit wichtiger als diese äusseren Einflüsse, die den Charakter des Zufälligen haben, sind die inneren Einflüsse, die sich während der Inkubationszeit aus der Wechselwirkung zwischen Wirt und Schmarotzer ergeben. Mitunter dringen die Keimschläuche zwar in die Epidermiszellen ein, aber dann hört die Entwickelung auf; Keimschläuche und Nährzellen sterben ab, und infolge der Braun- oder Rotfärbung des Inhalts der Nährzellen erscheinen braune oder rote Flecken an den Impfstellen. So beobachtete ich es an *Polygonatum*-Pflanzen, die mit den Sporidien von *Puccinia Convallariae-Digraphidis* besät worden waren (Klebahn, Kulturv. V. 262). In andern Fällen schreitet die Entwickelung weiter vor; es bildet sich ein Mycel im Gewebe der infizierten Pflanzen; mitunter entstehen sogar Spermogonien oder Anfänge von Uredolagern. Aber dann stockt die Entwickelung, und da grössere Teile des Gewebes vom Pilze durchzogen sind, entstehen abgestorbene, trocken werdende Stellen in den ergriffenen Pflanzenteilen, meist den Blättern. Wenn man z. B. Sporidien von *Gymnosporangium clavariaeforme* auf *Sorbus aucuparia* aussät, so entstehen zwar mitunter Spermogonien, aber weiter schreitet die Entwickelung nicht vor, es kommt nicht zur Aecidienbildung (Klebahn, Kultuvr. X. 150. [46]). In ähnlicher Weise führten die Infektionen mit dem Material von *Puccinia Smilacearum-Digraphidis*, das ich durch ausschliessliche Weiterzucht von *Polygonatum* zu spezialisieren versuche, auf *Convallaria* und *Majanthemum* oft zwar zur Bildung von Spermogonien, aber dann entwickelte sich ein Teil der Infektionsstellen nicht weiter, sondern starb ab unter Hinterlassung brauner Flecken. Auch an *Ribes*-Aecidien machte ich derartige Beobachtungen. Marshall Ward (l. c. 298) und Bolley (Centr. f. Bact. 4. 1898. 893) machten ähnliche Erfahrungen bei Versuchen mit Uredosporen. Der letztgenannte Forscher ist der Meinung, dass viele durch die Getreiderostsporen hervorgerufene Infektionsstellen überhaupt nicht zur Entwickelung kommen, sondern unter Hinterlassung gelber Flecken absterben.

Die Ursachen dieser Erscheinungen können verschiedener Art sein. Wenn die Blätter sehr massenhaft infiziert werden oder die Witterungsverhältnisse ungünstig sind, ist es denkbar, dass den Infektionsstellen nicht die zu ihrer Ernährung genügende Menge an Wasser- und Nährstoffen zugeführt wird, und dass daher ein Absterben eintreten muss. Wenn aber die äusseren Umstände günstig sind, wie z. B. bei sorgfältig beaufsichtigten Kulturversuchen, und trotzdem die Infektionsstellen in der Entwickelung stehen bleiben, so bleibt nichts übrig, als einen Mangel von Anpassung zwischen Wirt und Schmarotzer anzunehmen. Tatsächlich beziehen sich die erwähnten Beispiele zumeist auf Fälle, wo dem Pilze nicht seine gewöhnliche Nährpflanze, sondern eine dieser zwar nahestehende, aber

doch in der chemisch-biologischen Konstitution ihrer Zellen mehr oder weniger abweichende geboten wurde. Bei der normalen Wechselwirkung zwischen Rostpilz und Nährpflanze tötet der Pilz die ergriffenen Zellen nicht, sondern entzieht ihnen nur Nahrung oder regt sie sogar zu lebhafterer Entwickelung (Gallenbildung) an. Wenn aber ein Mangel an Anpassung besteht, so liefert entweder das Nährgewebe dem Pilze die zu seinem Gedeihen erforderlichen Stoffe nicht oder es hemmt vielleicht durch schädigende Einflüsse (Antitoxine?) seine Entwickelung. Der abgetötete Pilz dürfte dann wieder durch eine Giftwirkung die befallenen Zellen zum Absterben bringen. Man kann sich aber auch umgekehrt denken, dass der Pilz zu heftig wirkt, um die normale Symbiose zwischen ihm und den Zellen zu Stande kommen zu lassen, dass er die Zellen abtötet und dann selbst zu Grunde gehen muss, weil er nur auf lebendem Substrat zu wachsen vermag. Beide Möglichkeiten sind auch bereits von Marshall Ward (l. c. 298) für die erwähnten, von ihm beobachteten Erscheinungen ins Auge gefasst worden, und der genannte Autor ist der Meinung, dass für gewisse Erscheinungen die eine, für andere die andere Erklärung in Betracht komme.

V. Gibt es Abweichungen von der normalen Entwickelung?

Bei den voraufgehenden Betrachtungen ist die normale Entwickelung der heteröcischen Rostpilze zu Grunde gelegt worden, die darin besteht, dass die Aecidiosporen nur den Uredo- und Teleutosporenpilz, die Sporidien nur den Aecidienpilz in regelmässigem Wechsel erzeugen. Es ist nun die Frage zu erörtern, ob die Entwickelung der heteröcischen Rostpilze immer in dieser durch das Experiment festgestellten Weise vor sich geht, oder ob es regelmässige oder ausnahmsweise Abweichungen gibt.

Die Berechtigung dieser Frage ergibt sich aus dem Verhalten der nicht wirtswechselnden Rostpilze. Zwar die *Autoeu*-Formen verhalten sich in Bezug auf die Folge ihrer Sporengenerationen genau wie die heteröcischen, nur dass die Entwickelung auf demselben Wirte erfolgt.

Dieser Entwickelungsgang wurde zuerst von de Bary (Ann. sc. nat. 20. 1863. 72; Flora 1863. 177; Monatsb. Akad. Berlin 1865. 18) für *Uromyces Fabae* (Pers.) de Bary, *U. Phaseoli* (Pers.) Wint., *Puccinia Violae* DC. und andere durch Kulturversuche nachgewiesen. Spätere Beobachter haben weitere Beispiele hinzugefügt, und auch für einige

Arten aus andern Gattungen ist auf experimentellem Wege ein entsprechendes Verhalten festgestellt worden. Genannt seien u. a. noch *Uromyces Betae* (Pers.) Tul. (Kühn, Bot. Zeitg. 1869. 542), *Puccinia Helianthi* Schweinitz (Woronin, Bot. Zeit. 1872. 696), *P. Lapsanae* (Schultz) Fuck., *P. variabilis* Grev. (Plowright, Brit. Ured. 149—153), *P. albescens* (Grev.) Plowr. (Schroeter, Beitr. z. Biol. 3, 1. 77; Plowright, l. c.), *P. Prenanthis* (Pers.) Fuck., *P. Cirsii Eriophori* Jacky (Jacky, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899. 197 u. 202), *P. Menthae* Pers. (Klebahn, Kulturv. V. 334), *Phragmidium subcorticium* (Schrank) Wint. (Rathay, Verh. zool. bot. Ges. Wien 31. 1882. 11; J. Müller, Landw. Jahrb. 15. 1886. 725), *Phr. Fragariae* (Rathay, l. c.), *Melampsora Euphorbiae dulcis* Otth (Dietel, Oest. bot. Z. 1889. 256), *M. Amygdalinae* Kleb. (Klebahn, Kulturv. VIII. 352).

Ferner schliessen sich die *-opsis*-Formen, bei denen die Uredosporen fehlen oder sehr spärlich gebildet werden, zum Teil eng an die heteröcischen (vgl. *Gymnosporangium*) und an die *Autoeu*-Formen an, z. B. *Puccinia Tragopogonis* (Pers.) Corda nach de Bary l. c. Dagegen gibt es unter den letztgenannten, und zwar unter denjenigen, deren Aecidienmycel nicht perenniert, andere, bei denen die Aecidiosporen in mehreren Generationen nacheinander neue Aecidien hervorrufen, bevor Teleutosporen gebildet werden. Diese sogenannte „wiederholte Aecidienbildung“, welche die fehlenden Uredosporen zu ersetzen scheint, wurde zuerst von Barclay (Trans. Linn. Soc. 1891. 141) für *Uromyces Cunninghamianus* Barcl. und später von Dietel (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 3. 1893. 258; Flora 81. 1895. 394) für *Uromyces Ervi* (Wallr.) Plowr. [nach Plowright nicht identisch mit *U. Fabae* (Pers.) de Bary], *Puccinia Senecionis* Lib., *Uromyces Behenis* (DC.) Ung., *U. Scrophulariae* (DC.) B. et Br. und *Pucc. Valerianae* Carest festgestellt. Zu den sich selbst reproduzierenden Aecidien gehört nach einem Versuche von Soppitt (Journ. of Bot. 31. 1893. 273) auch *Aecidium leucospermum* DC.; ob aber dieser Pilz ein selbständiges Aecidium ist, oder ob vielleicht doch Teleutosporen (aber sicher nicht *Puccinia fusca* Relh.) dazu gehören, bedarf wohl noch weiterer Untersuchung.

Bei den *Lepto-* und *Micro*-Formen reproduzieren die Sporidien direkt Teleutosporenlager, bei den *Brachy*-Formen entstehen zuerst Spermogonien, dann Uredo- und zuletzt Teleutosporenlager. Auch dies ist für eine Reihe von Fällen durch Aussaatversuche festgestellt worden, z. B. für die *Brachy*-Formen *Puccinia Centaureae* Mart. von Plowright (Brit. Ured. 186) und Jacky (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899. 205), *P. Cirsii* Lasch von Jacky (l. c. 210), *P. Balsamitae* (Strauss) Rebent.

von Bubák (Centr. f. Bact. 9. 1902. 126), *P. helvetica* Schroeter von E. Fischer (Entw. Unt. 1898. 65), die *Micro*-Formen *Puccinia Adoxae* DC. von Soppitt nach Plowright (Brit. Ured. 208), *Uromyces Cacaliae* (DC.) Ung., *Puccinia expansa* Lk., *P. conglomerata* (Str.), *P. Trollii* Karst., *P. Morthieri* Körn., *P. Geranii silvatici* Karst., *P. Anemones virginianae* Schw. von Fischer (l. c. 7, 68, 70, 72, 74), die *Lepto*-Formen *Puccinia Dianthi* DC. auf *Dianthus barbatus* von de Bary (Ann. sc. nat. 4. s. 20. 1863. 87), *Puccinia Veronicae* Schroet. von Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 88)[1]), *Puccinia Malvacearum* Mont. von Kellermann (Bot. Zeit. 1874. 700), Rathay (Verh. zool. bot. Ges. 31. 1882. 9), W. G. Smith (Gard. Chron. 18. 1882. 151) und andern, *Chrysomyxa Abietis* (Wallr.) Ung. von Reess (Bot. Zeit. 1865. 388; Abh. naturf. Ges. Halle 11. 1869. 32) usw.

Eigentliche *Hemi*-Formen, bei denen aus den Sporidien direkt wieder Uredolager hervorgehen würden, scheint es nicht zu geben, wenn man nicht Pilze, wie *Triphragmium Ulmariae* (Schum.) Lk., bei welchem aus den Sporidien anscheinend die das Aecidium vertretende „primäre Uredo" hervorgeht, als solche bezeichnen will. Im übrigen dürften die als *Hemi*-Formen beschriebenen Rostpilze durchweg Uredo- und Teleutosporengenerationen heteröcischer Rostpilze sein. Auszunehmen sind allerdings *Uromyces Ficariae* (Schum.) Lév. und ähnliche Pilze, die zwischen den Teleutosporen einzelne Uredosporen bilden, im übrigen aber sich biologisch wie echte *Micro*-Formen verhalten; ob die spärlichen Uredosporen in Funktion treten, ist noch nicht untersucht. Weder Schroeter noch Plowright erwähnen irgend eines Versuchs bei der Aufzählung der *Hemi*-Formen in ihren Pilzfloren, und auch spätere Beobachter scheinen keine Versuche angestellt zu haben, welche die Existenz von *Hemi*-Formen bewiesen. Nur E. Jacky (Ber. schweiz. Bot. Ges. 9. 1899. 27) gibt an, dass *Melampsora Helioscopiae* (Pers.) Cast. eine *Hemi-Melampsora* sei. Ich kann aber einige Bedenken gegen Jackys Versuch nicht unterdrücken, zumal die Inkubationszeit (27. Mai bis 23. Juni) auffallend lang ist. Ausserdem hat Dietel (Forstl.-naturw. Zeitschr. 9. 1895) aus Teleutosporen von *Mel. Helioscopiae* auf *Euphorbia Cyparissias* Spermogonien erzogen und im Freien Spermogonien und ein echtes Caeoma auf derselben *Euphorbia*-Art beobachtet.

Auf Grund der erwähnten Verhältnisse ergeben sich für die heteröcischen Rostpilze die beiden im Nachfolgenden erörterten Fragen.

---

[1]) Schroeter bespricht a. a. O. noch mehrere andere *Lepto*-Formen. Es ist aber nicht ersichtlich, mit welchen er Infektionsversuche gemacht hat.

a) Können Aecidien heteröcischer Rostpilze auf anderem Wege als aus Sporidien entstehen?

In Bezug auf eine etwaige Entstehung der Aecidien heteröcischer Rostpilze auf anderem Wege als aus Sporidien wären folgende drei Möglichkeiten zu erwägen: 1. Die Aecidiosporen oder die Spermatien erzeugen in demselben Sommer neue Aecidien. 2. Sie infizieren die Knospen und aus diesen gehen im nächsten Jahre infizierte Zweige hervor. 3. Es bleiben perennierende Mycelreste in der Pflanze zurück, die im nächsten Jahre neue Aecidienlager hervorrufen.

1. Dass bei heteröcischen Rostpilzen Aecidien aus Aecidiosporen oder aus Spermatien entstehen könnten, ist von vornherein unwahrscheinlich. Wenn es der Fall wäre, würde eine Vermehrung der Aecidienlager zu beobachten sein. Es kommen aber immer nur soviele Lager zur Entwickelung, als von Anfang an Infektionsstellen vorhanden waren, und eine nachträgliche Vermehrung derselben ist niemals beobachtet worden. Durch künstliche Versuche hat zuerst de Bary z. B. für *Aecidium Asperifolii* gezeigt, dass die Keimschläuche der Aecidiosporen nicht in ihre Nährpflanze eindringen (Flora 1863. 181). Auch die späteren Forscher haben bei Versuchen, Aecidienlager durch Infektion mit Aecidiosporen heteröcischer Rostpilze zu erzeugen, stets nur negativen Erfolg gehabt, so z. B. Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 308). Zwar glaubte Eriksson (Beitr. z. Biol. 8. Heft 1. 6 ff.), dass *Aecidium graveolens* durch Infektion mittels Aecidiosporen entstehen könne, doch hat er in seiner letzten Publikation (Beitr. z. Biol. 8. Heft 2. 125) selbst einige Zweifel gegen die Richtigkeit seiner früheren Versuche ausgesprochen, und mir scheint es, dass ein Versuchsfehler dabei vorlag. Ich selbst habe wiederholt versucht, *Peridermium Pini* aus Aecidiosporen zu erziehen, doch ohne Erfolg. Ebenso blieb die mehrfach von mir versuchte Aussaat der Spermatien von *Peridermium Strobi* auf *Pinus Strobus* ohne jeden Erfolg (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 6. 1888. LIII; 8. 1890 (63); Kult. VII. 16 [3]; IX. 694).

2. Dass Aecidiosporen oder Spermatien die Knospen infizieren können, ist noch erheblich unwahrscheinlicher, zumal die sich weiter entwickelnden Teile stets eine verborgene, durch Hüllen geschützte und dem Eindringen von Fremdkörpern unzugängliche Lage haben. Versuche sind allerdings in Bezug auf diese Frage nicht angestellt worden. Es ist aber ausserdem noch auf die Schwierigkeit hinzuweisen, die es haben würde, das Entstehen zerstreuter Aecidienlager auf den sich später entfaltenden Organen aus infizierten Knospen zu verstehen; das Mycel

müsste diskontinuierlich werden, die Bruchstücke der Hyphen müssten mit den wachsenden Geweben fortgerissen werden, Vorgänge, zu denen es bei den Rostpilzen völlig an Analogie fehlt.

3. Bei der Erörterung der dritten Möglichkeit, ob neue Aecidien aus in der Pflanze zurückbleibenden Resten alter Aecidienmycelien hervorgehen können, kommen natürlich die Aecidien mit wirklich perennierendem, ganze Sprosse durchziehendem Mycel, wie *Aecidium elatinum, Peridermium Strobi* etc. nicht in Betracht, sondern es handelt sich um die Frage, ob die kurzlebigen Aecidien, wie *Aecidium Berberidis, Aec. Grossulariae, Caeoma Laricis* etc., auf der infiziert gewesenen Pflanze ohne Neuinfektion abermals auftreten können. Ein solches Wiederauftreten wäre nur denkbar, wenn, ausgehend von einem vorhandenen Aecidienlager etwa auf einem Blatte, gewisse Pilzhyphen durch den Blattstiel und den Stengel bis in die Knospen vordrängen, aus denen das nächstjährige Laub hervorgeht. Eine derartige weite Wanderung der Hyphen im ausgebildeten Gewebe ist so unwahrscheinlich, dass man auch diesen Gedanken unbedenklich zurückweisen kann. Das Mycelium der hier in Betracht kommenden Aecidienlager ist streng auf die Pilzgalle lokalisiert und stirbt mit dieser ab, lange bevor das Blatt vergeht. Weitere Wanderungen des Mycels in ausgewachsenen Organen sind nur bei solchen Pilzen bekannt, die ganze Sprosssysteme durchwuchern, und vollziehen sich auch hier nur langsam. Das Eindringen des Aecidienmycels in die Meristeme der Knospen widerspricht aber direkt der Beobachtung. Ich habe einige Untersuchungen über das Aecidium von *Puccinia Menthae* Pers. angestellt, dessen Mycel die ganzen Triebe durchwuchert. Es wurden Microtomschnitte und ein Verfahren, das die Hyphen gut färbte und leicht in dem Gewebe sichtbar machte, angewandt (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 6. 1888. 161). Der Vegetationspunkt und die zunächst angrenzenden jugendlichen Gewebe waren völlig frei von Hyphen. Erst in 500—600 μ Abstand von der Spitze waren Hyphen vorhanden; diese beschränkten sich auf die 3—4 äussersten Zellenlagen unter der Epidermis und mussten ihrem ganzen Aussehen nach als von den älteren Teilen her gegen die jungen vorwachsend gedeutet werden. Auch in die Blätter waren sie vom Stengel aus eingedrungen und erreichten in den jüngeren Blättern noch im Blattstiel ihr Ende. Der jüngste Blattstiel, in den sie eine Strecke weit zu verfolgen waren, hatte bereits Gefässe ausgebildet. Es kann daher, wenigstens in diesem Falle, nur von einem Endringen der Hyphen in die jugendlichen Gewebe, nicht aber in die eigentlichen Meristeme die Rede sein.

Von — einstweilen noch nicht gefundenen und falls vorhanden, jedenfalls sehr wenig zahlreichen — Ausnahmen abgesehen, kann man

also behaupten, dass die Aecidien der heteröcischen Rostpilze nur aus Sporidien entstehen und daher stets nur in Abhängigkeit von der Uredo- und Teleutosporengeneration auftreten können.

b) Kann die Uredo- und Teleutosporengeneration heteröcischer Rostpilze aus Sporidien entstehen?

Dass die Sporidien bestimmter heteröcischer Rostpilze die Teleutosporennährpflanze zu infizieren vermögen und aus diesem Grunde die Fortexistenz der Uredo- und Teleutosporengeneration ohne Dazwischenkunft von Aecidien möglich sei, ist eine Annahme, die man noch, fast wie eine feststehende Tatsache dargestellt, in den letzten Ausgaben anerkannt guter Lehrbücher findet. So stellt es z. B. Hartig (Lehrb. d. Pflanzenkrankh. 1900) dar für die Getreideroste, für *Melampsora Hartigii*, *Calyptospora Goeppertiana*, *Chrysomyxa Rhododendri* (p. 130, 136, 141, 145). Es liegen allerdings drei Angaben in der Literatur vor, mit denen man diese Ansicht stützen könnte.

Die eine rührt von F. v. Thümen (Mitteil. forstl. Vers. Oest. 1879) her, der Weiden erfolgreich mit *Melampsora*-Sporidien infiziert haben will. Nun ist aber die ganze Arbeit v. Thümens trotz einiger guter Gedanken nicht besonders vertrauenerweckend, wie ich schon früher gezeigt habe; ausserdem gibt v. Thümen nicht an, mit welcher Art er experimentiert hat, und wenn es zufällig die autöcische *M. Amygdalinae* gewesen sein sollte, so würde eben sein Resultat für unsere Frage überhaupt nicht in Betracht kommen.

Die zweite Angabe steht in Referaten über einen Vortrag von Plowright (Gard. Chron. 18. 1882. 331; Records Woolhope Trans. 1887), wonach dieser als geschickter und erfahrener Experimentator bekannte Forscher Weizenkeimlinge mit den Sporidien von *Puccinia graminis* infiziert haben soll. Es heisst daselbst, Plowright habe am 29. Juni Weizenkörner in vier Töpfe gesät und dann eingeweichte Grasstücke mit *Puccinia graminis* über zwei derselben gelegt, so dass die Keimlinge mit den Sporidien in Berührung kommen mussten. Die Töpfe hätten unter Glocken gestanden, die nur zum Begiessen auf einige Sekunden, im ganzen 3—4 mal, entfernt worden seien. Am 28. Juli seien auf den Weizenpflanzen der beiden besäten Töpfe Uredosporen von *Pucc. graminis* aufgetreten, die beiden andern Töpfe seien pilzfrei geblieben. Es wird die Vermutung daran geknüpft, dass die junge Keimpflanze von den Sporidien infiziert werden könne, sobald die Plumula die auf der Erde liegenden Teleutosporen berühre (Gard. Chron. 18. 1882. 331). In seinem später erschienenen Buche

(Brit. Ured. 1889) erwähnt Plowright indessen nichts von einem derartigen Versuche, er hebt vielmehr für die heteröcischen Puccinien (p. 57) ausdrücklich hervor, dass auch die reichlichste Übertragung von Sporidien auf die Gramineen-Wirtspflanze immer ohne Erfolg sei. Auch hat mir Herr Plowright später brieflich mitgeteilt, dass er einen solchen Erfolg nicht gehabt habe, und dass die in der oben erwähnten Publikation enthaltene Angabe auf einem Irrtum beruhe (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 79). Leider hat der Bericht über diese Versuche Plowrights inzwischen bereits einige Verwirrung angerichtet. v. Lagerheim glaubt mittels der Sporidieninfektion das Auftreten eines Rostpilzes bei Quito erklären zu sollen, indem er annimmt, dass auf den Spelzen der ausgesäten Körner Teleutosporen vorhanden gewesen seien, und er druckt in seinem Aufsatze den ganzen Bericht Plowrights ab. Auch Frank (Die Krankh. d. Pfl. 2. 1896. 163) bezieht sich auf den Vortrag Plowrights.

Endlich gibt Brefeld (Untersuch. Gesamtgeb. Mycol. 11, Taf. I Fig. 14) die Abbildung des in eine Epidermiszelle einer ganz jungen Getreidepflanze eingedrungenen Keimschlauchs einer Sporidie von *Puccinia graminis*. Hierzu muss bemerkt werden, dass aus dem Eindringen der Keimschläuche noch nicht folgt, dass sie sich auch weiter entwickeln und zu einer Infektion Veranlassung geben, wie meine Beobachtungen über *Puccinia Convallariae-Digraphidis* (Klebahn, Kulturv. V. 262) gezeigt haben, ferner dass Brefelds Abbildung nicht für eine Weiterentwickelung spricht, und dass Brefeld jedenfalls nicht verfehlt haben würde, in der Figurenerklärung (p. 95) auf dies höchst wichtige Verhältnis hinzuweisen, wenn er irgend eine erheblichere Mycelbildung hätte aus dem eingedrungenen Keimschlauche hervorgehen sehen.

Es ist daher erforderlich, hier ausdrücklich zu konstatieren, dass bisher kein Beobachter über einwandfreie Versuche berichtet hat, bei denen sich eine erfolgreiche Infektion der Teleutosporennährpflanze eines heteröcischen Rostpilzes durch die Sporidien ergeben hätte. Es finden sich im Gegenteil mehrfache Angaben über negativen Erfolg, und von den älteren Beobachtern, zumal von de Bary (Flora 1863. 181; Monatsb. Akad. Berlin 1865. 24; etc.) ist gerade der Umstand, dass Teleutosporen ihre eigene Nährpflanze mittels ihrer Sporidien nicht zu infizieren vermögen, immer als erstes Argument für das Vorhandensein von Heteröcie angesehen worden. Selbst Eriksson, der den Gedanken der Sporidieninfektion des Getreides viel erwogen hat, gibt keinen einzigen Versuch mit positivem Erfolge an. Meine eigenen, speziell mit Rücksicht auf die vorliegende Frage angestellten Versuche

(Zeitschr. f. Pflkr. 10. 1900. 78ff.) sprechen durchaus gegen die Möglichkeit einer Sporidieninfektion des Teleutosporenwirts. Keiner der nachfolgenden Pilze vermochte mittels seiner Sporidien die Teleutosporennährpflanze zu infizieren: *Melampsora Larici-Capraearum, M. Larici-Pentandrae, M. Larici-epitea, M. Ribesii-Viminalis, M. Ribesii-Purpureae, M. Allii-Fragilis, M. Allii-Salicis albae, Pucciniastrum Padi, Puccinia graminis, P. Polygoni*[1]). Bis also vielleicht einmal für vereinzelte Ausnahmen das Gegenteil bewiesen wird, muss der Satz festgehalten werden: Die Sporidien der heteröcischen Rostpilze vermögen die Teleutosporennährpflanze nicht zu infizieren.

VI. Die Erhaltung heteröcischer Rostpilze durch Uredosporen und Mycelium ohne Vermittelung von Aecidien. Perennierende Mycelien.

Der typische Entwickelungsgang der heteröcischen Rostpilze besteht in einem regelmässigen Wechsel der Aecidiengeneration mit der Uredo- und Teleutosporengeneration unter gleichzeitigem Wechsel der Nährpflanze. Die Aecidien können nicht anders entstehen, als durch Infektion mittels der Sporidien der Teleutosporen, wie im vorigen Abschnitte ausgeführt wurde. Abgesehen von den Fällen, wo ihr Mycelium perenniert, setzt ihr Auftreten also in jedem Sommer eine Neuinfektion voraus.

Die Uredo- und Teleutosporengeneration dagegen zeigt weit verwickeltere Verhältnisse. In vielen Fällen entsteht sie in jedem Sommer durch Neuinfektion, und zwar entweder durch Aecidiosporen vom Aecidienträger aus, oder durch Uredosporen, die einem bereits infizierten Uredo- und Teleutosporenwirte entstammen. Es gibt aber auch Fälle, in denen die Uredo- und Teleutosporengeneration sich auf der einmal befallenen Nährpflanze alljährlich aus sich selbst reproduziert, sodass der Wechsel mit den Aecidien entbehrlich zu werden scheint. Auf diesem Gebiete ist unsere Kenntnis noch ziemlich lückenhaft. Es ist noch wenig genau bekannt, wie weit diese Art der Erhaltung der Uredo- und Teleutosporengeneration ohne die Aecidien (fakultative Heteröcie) verbreitet ist; ebenso ist noch vielfach weiter zu untersuchen, ob die Überwinterung durch die Uredosporen oder durch regelmässig oder nur gelegentlich perennierendes Mycel erfolgt. Im folgenden soll versucht werden, diese Verhältnisse soweit zu sichten und klar zu legen, wie es augenblicklich möglich erscheint.

---

[1]) Dieser Pilz, auf *Polygonum amphibium* lebend, ist also auch wohl heteröcisch.

a) Notwendiger Wirtswechsel.

Zunächst gibt es unstreitig Fälle, in denen ein regelmässiger Wechsel zwischen der Aecidiengeneration und der Uredo- und Teleutosporengeneration eintreten muss, oder mit andern Worten, in denen der Wirtswechsel für die Erhaltung der Art unentbehrlich ist. Hierher gehören diejenigen heteröcischen Rostpilze, deren Teleutosporenwirte einjährige, im Frühjahr aus Samen entstehende, im Herbst absterbende Pflanzen sind, z. B. die schon im IV. Kap. eingehend besprochenen Arten *Coleosporium Euphrasiae* und *Col. Melampyri.*

Sodann sind alle diejenigen Rostpilze hier zu nennen, die zwar auf ausdauernden Pflanzen, aber ausschliesslich auf den einjährigen Teilen derselben leben, die also in jedem Herbst mit der Belaubung vollständig von der Pflanze entfernt werden. Vielleicht ist die Zahl dieser Rostpilze sehr gross; trotzdem aber ist es schwer, bestimmte Beispiele zu nennen, weil der Umstand, dass man die Rostlager bisher nur auf den Blättern gesehen hat, nicht unbedingt beweist, dass sie nie auf den perennierenden Teilen auftreten können. Die *Cronartium*-Arten, *Cr. asclepiadeum* und *Cr. Ribicola* leben offenbar nur auf den Blättern ihrer Nährpflanzen; ich habe wiederholt *Vincetoxicum officinale,* bezüglich *Ribes*-Arten stark mit *Cronartium* infiziert gehabt, ohne dass sich im folgenden Jahre eine Spur des Pilzes auf derselben Pflanze wieder gezeigt hätte. Allerdings hat Ed. Fischer (Bull. Herb. Boiss. VI. 1898. 16) einmal die Vermutung ausgesprochen, dass *Cr. Ribicola* sich ohne Wirtswechsel erhalten könne, weil in der Umgebung eines Fundortes desselben auf *Ribes petraeum* zu St. Moritz im Oberengadin in 29 km Entfernung keine Weymouthskiefern vorhanden seien und auf den Arven *(Pinus Cembra)* kein *Peridermium* gefunden wurde. Aber das Nichtauffinden des Aecidiums beweist nichts, weil unmöglich in genügend grossem Umkreise jeder Baum untersucht worden sein kann. Von einem Übergehen der Uredo- und Teleutosporen auf die ausdauernden Teile der Nährpflanze aber ist, wie schon bemerkt, nichts beobachtet, und daher müssen wir einstweilen daran festhalten, dass bei den *Cronartium*-Arten der Wirtswechsel notwendig sei, und dass der von Fischer besprochene Fall durch die grosse Leichtigkeit, mit der die Verbreitung der Aecidiosporen gerade der Peridermien eintritt und eintreten muss (Kap. IV), zu erklären ist.[1])

Auch bei den *Melampsora*-Arten halte ich den Wirtswechsel in der Regel für notwendig. Zwar trifft man im Freien diese Pilze nicht selten

[1]) Übrigens wäre zu wünschen, dass auf das Auftreten des *Peridermium Strobi* auf *Pinus Cembra,* insbesondere auch in den Alpen, mehr als bisher geachtet würde.

in den aufeinander folgenden Jahren auf derselben Pflanze wieder an, was verdächtig erscheinen könnte. Aber es liegen doch auch Beobachtungen vor, in denen bestimmt das Gegenteil der Fall war, und gerade solche Beobachtungen sind wichtig und beweisend, denn das Wiederauftreten des Pilzes in einer Folge von Jahren kann durch die Wiederholung ähnlicher Infektionsbedingungen erklärt werden. Ein Paar Beispiele mögen daher angeführt werden. Nördlich vom „Borsteler Jäger" bei Hamburg ist eine Wiese mit strauchartigen Exemplaren von *Populus canadensis* eingefriedigt. Diese gaben zwei Jahre nacheinander (1897 und 1898) einen trefflichen Fundort für *Melampsora Larici-populina* ab; zahllose Blätter waren im Oktober mit schwarzbraunen Teleutosporenkrusten über und über bedeckt. Im Jahre 1899 war der Pilz verschwunden; es gelang auch nicht ein einziges pilzbehaftetes Blatt zu finden (Klebahn, Kulturv. IX. 691), und dasselbe war 1900 und 1901 der Fall. Trotz der starken Infektion war also keine Spur des Pilzes in der Pflanze zurückgeblieben, und man muss also schliessen, dass die Infektion jedes Jahr neu erfolgt war, oder wenigstens, falls doch Reste zurückbleiben können, dass dieselben nicht regelmässig zurückbleiben (vgl. Kap. IX). Eine ganz ähnliche Erfahrung mit demselben Pilze teilte mir kürzlich Herr O. Jaap aus der Gegend von Triglitz in der Prignitz mit. Hinweisen möchte ich auch auf das Verhalten einiger an ein und derselben Stelle gesammelten Materialien auf *Populus tremula*, die in einem Jahre *Larix, Mercurialis* und *Chelidonium*, in einem andern Jahre nur *Larix* und *Chelidonium*, in einem dritten nur *Larix* und *Mercurialis* infizierten (Klebahn, Kulturv. X. 42 [26]).

Ich glaube, dass noch zahlreiche andere Rostpilze, die auf den Blättern der Holzpflanzen oder auf den oberirdischen, im Herbst absterbenden Teilen perennierender Kräuter leben, z. B. *Pucciniastrum Padi, P. Abieti-Chamaenerii, Coleosporium Tussilaginis,* manche *Puccinia*-Arten auf Gramineen und Cyperaceen etc. dasselbe Verhalten zeigen; nur ist der Beweis allerdings nicht leicht zu erbringen, und streng beweisende Versuche sind schwer anzustellen. Ich habe mehrfach rostige Gramineen im Herbst eingepflanzt, auch Stecklinge aus Weidenzweigen mit rostigen Blättern gemacht und konstatiert, dass im folgenden Jahre der Rost auf diesen Pflanzen verschwunden war und auch nicht wieder auftrat (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 340; 10. 1900. 87). Die dabei verwendeten Materialien waren folgende: Zweige von *Salix pentandra,* deren Blätter stark mit *Melampsora Larici-Pentandrae* befallen waren; *Holcus lanatus* und *Lolium perenne,* stark mit *Puccinia coronifera* befallen; *Agrostis vulgaris,* stark mit *P. coronata* befallen; *Agropyrum repens,* stark mit *Puccinia graminis* befallen; *Dactylis glomerata* mit *Puccinia*

glumarum. Doch ist die bei der Umpflanzung unvermeidliche Änderung der Lebensbedingungen immerhin eine so grosse, dass die Versuche etwas an Beweiskraft verlieren. Ähnliche Versuche hat schon de Bary (Monatsb. Akad. Berlin 1865. 23) mit *Agropyrum repens* und *Poa pratensis*, die mit *Puccinia graminis* bedeckt waren, angestellt. Dagegen konstatierte Eriksson (Ann. sc. nat. 8. s. 15. 1902. 76 [200]) in einzelnen Fällen ein Wiederauftreten des Rostes im folgenden Jahre, z. B. bei *Puccinia pygmaea* Eriks. auf *Calamagrostis Epigeios*, aber der Rost erschien in diesem Falle erst im Juli. In andern Fällen zeigte sich im nächsten Jahre überhaupt kein Rost, mitunter aber im zweitfolgenden. Im ersterwähnten Beispiel könnte man sich vielleicht noch vorstellen, dass das erhalten gebliebene Mycel erst im Juli wieder zur Uredobildung übergeht, obgleich mir dies auch sehr wenig wahrscheinlich vorkommt. Wenn aber erst im zweitfolgenden Jahre wieder Rost auftrat, so muss doch wohl jede andre Erklärung als die durch Neuinfektion für verfehlt angesehen werden.

Weitere Beispiele, in denen der Wirtswechsel mit Notwendigkeit eintreten muss, ergeben die *Gymnosporangium*-Arten. Diese sind zwar insofern von der Aecidiengeneration unabhängig, als ihr Mycel in den *Juniperus*-Arten perenniert und daher viele Jahre nach einander Teleutosporen zu bilden vermag, ohne dass es einer Dazwischenkunft der Aecidien bedarf. Indessen zur Entstehung neuer Infektionsstellen auf dem Teleutosporenwirte ist, da die Uredosporen fehlen, doch unbedingt die Vermittelung von Aecidiosporen nötig.

b) Entbehrlicher Wirtswechsel, überwinternde und selbständig werdende Uredo.

Im Gegensatze zu den im Voraufgehenden erwähnten Rostpilzen gibt es eine Reihe anderer, bei denen es teils völlig sicher gestellt, teils zum mindesten wahrscheinlich ist, dass ihre Uredo- und Teleutosporengeneration unabhängig von den Aecidien auftreten und sich allein durch die Uredosporen erhalten kann. Dabei kann entweder der Lebensgang des Pilzes in der Regel der wirtswechselnde sein und die Erhaltung durch die Uredogeneration nur eine gelegentliche, unterstützende Rolle spielen, oder die Erhaltung durch die Uredogeneration tritt mehr und mehr in den Vordergrund, die Aecidienbildung findet nur gelegentlich statt und kann ganz unterbleiben, wenn der Pilz in Gegenden auftritt, wo der Aecidienwirt selten ist oder ganz fehlt. Im letzteren Falle wird die Teleutosporenbildung überflüssig, und sie unterbleibt auch vielfach; ob aber infolge des Ausbleibens der Aecidienbildung oder infolge der klimatischen Einflüsse, ist nicht ausgemacht.

Zunächst sei *Chrysomyxa Rhododendri* genannt, für die bereits de Bary (Bot. Zeit. 1879. 777) das erwähnte Verhalten feststellte. Wenngleich in der Region des reichlichen Beisammenseins von Fichte und Alpenrose Uredosporen nur selten oder gar nicht gebildet werden (p. 784), so treten doch an andern Stellen reichlichere Uredosporen auf, und durch diese kann sich der Pilz im Sommer von Blatt zu Blatt fortpflanzen. Ausserdem aber können auf den neugebildeten Blättern, die den Winter überdauern, im nächsten Sommer, wenn sie infiziert gewesen sind, ausser Teleutosporen auch Uredosporen entstehen. Auf diese Weise kann der Pilz auch an solchen Orten leben, wo der Träger der Aecidiengeneration, die Fichte, fehlt, und in diesen Fällen scheint die Teleutosporenbildung spärlicher zu werden. So habe ich z. B. *Chrysomyxa Rhododendri* mehrere Jahre nacheinander in einer Baumschule bei Bremen (Moorende) beobachtet (Klebahn, Abh. nat. Ver. Bremen 11. 1890. 337). Teleutosporen waren nicht vorhanden; an ein Eintreten des Wirtswechsels war kaum zu denken, obgleich sich auch einige Fichten in der Baumschule befanden. Über ähnliche Fälle berichten Dietel in Ludwig (Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891. (194)) und v. Lagerheim (Troms. Mus. 16. 1893. 153). *Chrysomyxa Ledi* dürfte sich ähnlich verhalten können. An überwinterten *Pirola*-Pflanzen, die mit Uredo, wahrscheinlich von *Chrysomyxa Pirolae* (DC.) Rostr., behaftet gewesen waren, sah ich gleich im ersten Frühjahr Uredolager hervorbrechen (Klebahn, Kulturv. II. 12).

Von den *Coleosporium*-Arten überwintert nach Wolff (Landw. Jahrb. 6. 1877. 744) *C. Senecionis* im Uredozustande (siehe auch Frank, Krankh. d. Pfl. 196). Auf *Senecio vulgaris* ist dies durchaus verständlich, da diese Pflanze zu jeder Jahreszeit wachsend, selbst blühend gefunden wird. Nach Rostrup (Ov. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884. 6) soll entfernt von Kiefern fast nur Uredo gebildet werden, während in Kiefernwäldern Teleutosporen in reichlicher Menge auftreten. Ich selbst konnte mich bei einem Kulturversuche von der Überwinterung des *Coleosporium Campanulae,* und zwar der Form auf *C. rotundifolia,* überzeugen (Klebahn, Kulturv. II. 12). Es zeigten sich im Frühjahr Uredolager auf den Teilen der Pflanze, die den Winter überdauert hatten. Teleutosporen scheinen im nordwestlichen Deutschland auf *Campanula rotundifolia* überhaupt nicht gebildet zu werden; bei einer Übertragung des Pilzes auf *Camp. bononiensis* traten dagegen merkwürdiger Weise einige Teleutosporen auf. Der auf *Camp. rapunculoides* auftretende Pilz, der auch in dieser Gegend regelmässig und reichlich Teleutosporen bildet, ist eine von dem Pilze auf *C. rotundifolia* biologisch verschiedene Form (Klebahn, Kulturv. XI. 27).

Unter den *Melampsora*-Arten kann *Mel. Allii-Salicis albae* sich ohne Aecidien erhalten. Ich habe schon früher (Klebahn, Kulturv. IX. 678) auf Uredolager aufmerksam gemacht, die gelegentlich im ersten Frühjahr aus der Rinde von *Salix alba* hervorbrechen und nicht auf eine kurz vorhergegangene Infektion zurückgeführt werden können, sondern aus dem voraufgehenden Jahre stammen müssen. Herr E. Lemmermann hatte diese Lager auf stark infiziert gewesenen Bäumen bei Bremen aufgefunden. Kürzlich erhielt ich bereits am 17. April von Herrn Kgl. Rechnungsrat G. Oertel in Sondershausen Rindenstücke von *Salix alba vitellina* mit massenhaften derartigen Uredolagern, und es gelang, durch Aussaat auf die Blätter der genannten Weidenart reichliche Infektionen hervorzurufen. Dieselbe Infektion wird offenbar im Freien eintreten, und es ist damit verständlich, dass der genannte Pilz sich auf demselben Baume erhalten kann und der Dazwischenkunft des Aecidiums nicht bedarf. Ich habe a. a. O. schon die Vermutung ausgesprochen, dass die Langsamkeit und Spärlichkeit, mit welcher *Melampsora Allii-Salicis albae* ihre Aecidien bildet, mit dieser Überwinterungsart zusammenhängen könnte.

Da man nach derartigen Uredolagern bisher nicht gesucht hat, so treten sie vielleicht häufiger auf als man denkt, und es ist möglich, dass noch andere *Melampsora*-Arten regelmässig oder gelegentlich in ähnlicher Weise überwintern. Einige Beobachtungen deuten vielleicht darauf hin. So lassen sich z. B. nach Hartig (Lehrb. d. Pflanzenkrankh. 1900. 136) bei einer als *Mel. Hartigii* Rostr. bezeichneten Art auf *Salix pruinosa,* über deren Verhältnis zu den von mir genau untersuchten Arten ich gegenwärtig nichts auszusagen vermag, die Uredolager von den Blättern über die Blattstiele bis auf die Zweige verfolgen, und an jungen Zweigen von *Salix Capraea* mit noch grüner Epidermis beobachtete ich selbst Uredolager der *Mel. Larici-Capraearum.* Ob aber in den zuletztgenannten Beispielen eine Überwinterung dieser Zweiginfektionen eintreten kann, bedarf erst noch weiterer Untersuchung. Das eine kann ich auf Grund der mikroskopischen Untersuchung derartiger Lager auf der Rinde von *Salix Capraea*, die einer Blattachsel sehr nahe waren, mit Bestimmtheit sagen, dass ein Hinwachsen der Hyphen nach dem Vegetationspunkte der Knospe auch nicht im entferntesten zu konstatieren war, so dass also von einem „inneren Keime“ der Krankheit nicht die Rede sein kann. Die Untersuchung fand an gefärbten, mit Paraffin hergestellten Mikrotomschnitten statt. Trotz der erwähnten Befunde muss ich aber bis auf weiteres noch an der Ansicht festhalten, dass in den meisten Fällen die *Melampsora*-Pilze der Weiden und Pappeln, wie bereits oben bemerkt wurde, im Herbst mit den Blättern vollständig abgeworfen werden, und

dass die Pflanzen daher im nächsten Jahre gesund bleiben, falls nicht aus der Umgebung Caeoma- oder Uredosporen herbeigeführt werden.

Ein weiteres Beispiel für das selbständige Vorkommen der Uredo- und Teleutosporengeneration eines heteröcischen Rostpilzes liefert *Melampsorella Cerastii.* Dieser Pilz ist an zahlreichen Orten, z. B. von mir selbst bei Hamburg und Bremen, von E. Lemmermann (Abh. nat. Ver. Bremen 17. 1901. 179) auf der Nordseeinsel Juist beobachtet worden, wo Weisstannen gar nicht oder nur in vereinzelten Exemplaren angepflanzt vorkommen und niemals Hexenbesen auf denselben gefunden worden sind. In diesem Falle wird jedoch die Erhaltung der Uredogeneration ausser durch das Reproduktionsvermögen der Uredosporen durch das perennierende Mycel derselben ganz besonders gefördert. Die von Magnus (Naturw. Rundschau 16. 1901. Nr. 46) aufgeworfene Frage, ob die ohne Tannen-Hexenbesen lebende *Melampsorella* nicht vielleicht eine biologisch verschiedene Art sei, ist zwar noch nicht entschieden; immerhin aber müsste diese Art mit der die Hexenbesen erzeugenden in näherem phylogenetischen Zusammenhange stehen.

Recht zweifelhaft erscheint es mir, ob sich *Calyptospora Göppertiana* ohne Vermittelung von Aecidien erhalten kann, wie Hartig (Lehrb. d. Pflanzenkrankh. 141) meint. Dieser Pilz soll zwar bei München an Stellen vorkommen, wo keine Weisstannen in der Nähe sind, und Hartig vermutet eine Infektion von *Vaccinium Vitis Idaea* mittels der Sporidien; er hat dieselbe aber nicht bewiesen, und nach den oben gegebenen Erörterungen ist sie auch sehr wenig wahrscheinlich. Uredosporen werden bekanntlich nicht gebildet. Es wird sich daher in dem von Hartig angegebenen Falle wohl um den Transport von Aecidiosporen aus weiterer Entfernung gehandelt haben.

Auch für eine Anzahl *Puccinia*-Arten auf Gramineen und Cyperaceen ist behauptet und teilweise auch bewiesen worden, dass sie im Uredozustande überwintern. Da bei manchen dieser Nährpflanzen grüne Teile den Winter überdauern und zum Teil sogar hernach weiter wachsen, so kann das Überwintern der Uredolager nicht weiter befremden. Nach *Magnus* (Verh. Bot. Ver. Prov. Brand. 27. 1885. p. XVIII) überwintert *Puccinia Caricis* auf *Carex hirta* im Uredozustande[1]), nach Dietel (Hedwigia 1889. 23) *Uromyces Junci* auf *Juncus conglomeratus,* nach Schroeter (Beitr. z. Biol. 1, 3. p. 3) vermutlich *Pucc. Luzulae* (= *oblongata*) auf *Luzula pilosa;* Barclay, Trans. Linn. Soc. 3. 1891. 227) fand die Uredo von

[1]) „Vortr. hat schon seit mehreren Jahren beobachtet, wie *Puccinia Caricis* in jedem Jahre bis in den Herbst hinein fortfährt, Uredolager anzulegen, und durch diese Uredosporen und das Mycel der Lager derselben überwintert.

Pucc. coronata var. himalensis den Winter über an schattigen Plätzen auf zarten Blättern, v. Lagerheim (Tromsö Mus. 1893. 124) die Uredo von *Pucc. Poarum* auf *Poa*-Blättern nach der Schneeschmelze lange vor Ausbildung der *Tussilago*-Blätter; Marshall Ward (Ann. mycol. 1. 1903. 132) konnte noch im Februar und März das Vorhandensein keimfähiger Uredosporen der *Bromus*-Roste *(Pucc. „dispersa")* feststellen usw. Über die Überwinterung der Getreideroste im Uredozustande weichen die Ansichten der Beobachter ziemlich voneinander ab, und es scheinen Verschiedenheiten sowohl nach den Arten der Roste wie namentlich nach den klimatischen Verhältnissen der Beobachtungsstationen vorhanden zu sein. Es wird davon unten in einem besonderen Abschnitte die Rede sein (Kap. VII).

Ein sehr merkwürdiges Verhalten zeigt nach Dietel (Naturw. Wochenschr. 4. 1889. 314) anscheinend *Pucc. vexans* Farl. Hier sind zweierlei Uredosporen vorhanden, hellwandige und dunkelwandige. Die letzteren keimen nicht, und Dietel vermutet, dass sie überwinternde Uredosporen seien.

Die Bedingungen für die Möglichkeit der Überwinterung eines Rostpilzes im Uredozustande liegen ohne Zweifel zum Teil in den Eigenschaften des Pilzes selbst begründet, zum Teil aber sind sie auch in der Nährpflanze zu suchen. Im allgemeinen wird diese Überwinterung nur auf solchen Pflanzen möglich sein, die den Winter über grün bleibende Blätter oder Triebe haben; die meisten der oben genannten Beispiele zeigen das. Daraus ergibt sich aber, dass die klimatischen Verhältnisse einen Einfluss auf die Uredoüberwinterung gewinnen müssen. Je milder die Winter, desto leichter erhalten sich grüne Teile, desto besser wird also auch in ihnen enthaltenes Mycel weiter leben, desto eher ist die Möglichkeit gegeben, dass auch während des Winters durch keimende Sporen Neuinfektionen entstehen. Sterben dagegen die grünen Teile im Winter ab, so dürfte der Pilz, wenn er nicht ein in die ausdauernden Teile eindringendes Mycel hat, auf die Überwinterung durch Teleutosporen angewiesen sein. Tatsächlich ist in unseren Breiten mit verhältnismässig kalten Wintern die Zahl der Rostpilze mit überwinternden Teleutosporen eine recht grosse. Es erscheint nun möglich und wird durch einige Beobachtungen gestützt, dass Pilze, die bei uns auf Überwinterung durch Teleutosporen angewiesen sind, in Gegenden mit gleichmässigerem Klima im Uredozustande überwintern und sich vielleicht sogar ausschliesslich durch Uredosporen erhalten, namentlich wenn sie heteröcisch sind und der Aecidienträger fehlt. v. Lagerheim (Tromsö Mus. 16. 1893. 111), der nordeuropäische und äquatoriale Verhältnisse verglichen hat, hebt als charakteristisch für die Rostpilze in dem gleichmässigen Klima von Ecuador das Auftreten zahlreicher „isolierter" Uredoformen hervor. Besonders lehrreich ist nach v. Lagerheim das

Verhalten des *Uromyces Fabae* (Pers.) de Bary, der, in Europa ein *Autoeuuromyces*, in Ecuador zu einer „isolierten" Uredo geworden ist. Man könnte sich also auch vorstellen, dass *Puccinia graminis*, für die in unseren Gegenden Uredoüberwinterung nicht zu erweisen ist, sich in wärmeren Ländern doch mittels der Uredosporen erhält.

Daher ist es auch denkbar, dass in unseren Breiten einige Rostpilze, die vielleicht in anderen Gegenden heteröcisch oder wenigstens *Autoeu*-Formen sind, solche Bedingungen finden, dass sie nur als Uredo auftreten und selten oder gar nicht Teleutosporen bilden. Hier dürften *Chrysomyxa Empetri*, *Pucciniastrum Circaeae*, *Pucciniastrum Vaccinii* u. a. zu nennen sein. Natürlich könnte auch das eventuelle Fehlen der Aecidiennährpflanze in unseren Gegenden eine Rolle mitspielen. Da *Chr. Empetri* in Grönland (Rostrup, Fungi Groenl. 536) und bei Tromsö (Lagerheim, Tromsö Mus. 16. 1893. 119) mit Teleutosporen gefunden worden ist, so lässt sich vermuten, dass dieser Pilz bei grösserer Winterkälte auf Teleutosporenbildung angewiesen und dann vielleicht heteröcisch ist, bei unserem Klima sich aber mittels der Uredosporen zu erhalten vermag.

Auch im übrigen ist der Einfluss der klimatischen Verhältnisse auf die Ausbildung bezugsweise Unterdrückung der Sporenformen der Uredineen mehrfach behauptet worden. Nach v. Lagerheim (Tromsö Mus. 16. 1893. 111) kommen in Ecuador neben isolierten Uredoformen namentlich auch viele *Lepto*-Formen vor. Auch Dietel (Natur u. Schule 1. 1902. 208) ist der Meinung, dass in einem feuchten Klima viel *Lepto*-Formen entwickelt würden, z. B. bei uns in Niederungen, feuchten Waldtälern und Schluchten, im Hochgebirge, ferner im feuchten Tropen-Klima, in nordischen Ländern. Magnus (Naturw. Rundsch. 9. Nr. 11) meint in der Ebene ein häufigeres Auftreten der *Autoeu*-Formen, in den Alpen ein Fehlen derselben und häufigeres Vorkommen der *Brachy*-Formen, in den Hochalpen endlich infolge der Kürze der Vegetationszeit ein Überwiegen der *Micro*-Formen oder Auftreten von heteröcischen Pilzen, bei denen die Entwickelung auf zwei zu verschiedenen Zeiten vegetierende Pflanzen verlegt ist, konstatieren zu können. Einige Einwände gegen diese Ansicht hat Jacky (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899. 345) erhoben, die *Magnus* (Hedwigia 39. 1900. 147) zu widerlegen sucht.

Dass mit der Erhaltung der Rostpilze durch die Uredosporen nicht selten ein Fortfall der Teleutosporenbildung verknüpft ist, wurde mehrfach erwähnt. Es ergibt sich nun noch die Frage, ob auch dieses Ausbleiben der Teleutosporenbildung eine Folge der klimatischen Verhältnisse ist, oder ob es mit dem Überflüssigwerden, bezugsweise dem völligen Ausbleiben der Aecidienbildung in Zusammenhang steht. de Bary (Bot. Zeit. 1879. 788)

war mehr geneigt, in Bezug auf *Chrysomyxa Rhododendri* klimatische Verhältnisse als massgebend anzusehen. Dagegen gibt v. Lagerheim (l. c. 113) zwar die Bedeutung der klimatischen Einflüsse zu, glaubt aber auch eine Wirkung des Vorhandenseins oder Fehlens der Aecidienwirte, d. h. des Eintretens oder Nichteintretens des Wirtswechsels annehmen zu müssen. Er bezieht sich auf die Beobachtungen Plowrights (Brit. Ured. 34), die allerdings sehr in diesem Sinne sprechen. Plowright (s. auch Gard. Chron. 18. 1882. 234; 21. 1884. 767) findet, dass aus Aecidiosporen eine weit kräftigere Teleutosporenbildung, aber eine geringere Uredosporenbildung hervorgeht, als aus Uredosporen, namentlich, wenn die letzteren sich bereits seit einer Reihe von Generationen als Uredo reproduziert haben. (Näheres im XVI. Kapitel, wo von Plowrights Beobachtung und der anscheinend vorhandenen Stärkung der Lebensenergie durch den Wirtswechsel noch einmal die Rede sein wird.) Auch auf die Angabe Rostrups (Ov. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884. 6) über den Einfluss der Nachbarschaft von Kiefern auf die Teleutosporenbildung bei *Coleosporium Senecionis* sei hier nochmals hingewiesen. Es scheint demnach, als ob das Eintreten des Wirtswechsels tatsächlich einen gewissen Einfluss auf die Teleutosporenbildung ausübt. Erwähnt sei endlich noch, dass Magnus (Verh. Bot. Ver. Prov. Brand. 31. p. XXIII) in einer gewissen „Erschöpfung" der Nährpflanze die Ursache der Teleutosporenbildung glaubte annehmen zu müssen. Dieser Anschauung tritt indessen v. Lagerheim (l. c.) entgegen.

Im Zusammenhang mit dem Gesagten ist auch die Unterdrückung der Uredobildung von Interesse, welche einzutreten scheint, wenn schon die Aecidiosporen allein eine genügende Erhaltung und Vermehrung des Pilzes gewährleisten. Die Angabe de Barys über *Chrysomyxa Rhododendri* (s. oben) sei nochmals erwähnt. Auch nach Plowright (Gard. Chron. 9. 1891. 554) vermindert sich die Menge der Uredosporen, wenn die beiden Wirte benachbart leben, so dass die Aecidiosporen allein schon eine reichliche Infektion des Teleutosporenwirts veranlassen. Als Beispiele nennt Plowright *Puccinia Agrostis* und *extensicola*. Ferner ist auf die schon früher erwähnte „wiederholte Aecidienbildung" zu verweisen, die gleichfalls mit einer Unterdrückung der Uredosporen verknüpft ist. Endlich kann die Uredosporenbildung bis zum Verschwinden vermindert werden, wenn durch ein perennierendes Aecidienmycel für eine genügend lange Aecidiosporenbildung und für eine mehrjährige Erhaltung des Pilzes gesorgt ist, so z. B. bei *Puccinia Tragopogonis* (de Bary, Ann. sc. nat. 4. s. 20. 1863. 80).

Nur kurz berührt wurde im Voraufgehenden die Frage, wie der Vorgang der Erhaltung der Rostpilze in der Uredogeneration im Einzelnen

verläuft. Eingehendere Untersuchungen über diesen Gegenstand liegen kaum vor, und es kann sich daher an dieser Stelle nur um ein Zurechtlegen dessen handeln, was sich auf Grund der vorhandenen Beobachtungen vermuten lässt.

Ohne Zweifel werden die Uredosporen, so lange die Witterung es zulässt, neue Infektionsstellen bilden. Bis zu welcher Jahreszeit oder bei welchen Temperaturverhältnissen dies noch geschehen kann, ist bisher nicht festgestellt. Im allgemeinen scheinen die Uredosporen den Winter nicht keimfähig zu überstehen, obgleich dies in einzelnen Fällen beobachtet worden ist (*Uromyces Vossii, Puccinia Chrysanthemi, Phragmidium obtusum,* s. Kap. IV), und es werden daher in der Regel während des eigentlichen Winters und nach Ablauf desselben keine neuen Infektionsstellen mehr entstehen.

Daher muss der eigentliche Träger der Überwinterung das Mycel sein, das sich in den lebendig bleibenden Pflanzenteilen erhält, und erst die auf diesem Mycel neugebildeten Uredosporen werden im Frühjahr neue Infektionen hervorrufen. Die Entwickelung des Mycels während der Winterzeit muss man sich als sehr verlangsamt oder fast stillstehend vorstellen. Ich habe bei Kulturversuchen wiederholt zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass die Entwickelung der Rostlager zu verschiedenen Jahreszeiten oder bei verschiedenen Temperaturverhältnissen sehr ungleich schnell verläuft.

Wenn man von einer Überwinterung im Uredozustande spricht, wird man sich die in Betracht kommenden Mycelien im allgemeinen als „lokalisierte", d. h. auf sehr kleine Teile der Nährpflanze, auf die später sichtbare Uredopustel und deren nächste Umgebung beschränkt denken. Dementsprechend sind diese Mycelien auch von kurzer Dauer; sie halten sich nur im Winter länger wegen der allgemeinen Verlangsamung der Lebensprozesse. Genauere Untersuchungen über dieselben und namentlich an Graspflanzen, wo sie ein besonderes Interesse in Anspruch nehmen, scheinen nicht ausgeführt zu sein.

c) Perennierende Mycelien.

In einem gewissen Gegensatze zu den lokalisierten Mycelien stehen diejenigen, welche ganze Triebe oder die ganze Pflanze durchziehen und in ihrem Wachstume unbegrenzt sind. Dies sind die eigentlichen perennierenden Mycelien. Wo solche vorhanden sind, stösst das Verständnis der Erhaltung und des Wiederauftretens des Rostpilzes auf derselben Pflanze natürlich nicht auf die geringsten Schwierigkeiten.

Genauere Untersuchungen sind auch über das perennierende Mycel und seine Verbreitung in der Pflanze nur in geringer Zahl ausgeführt worden. Da die Verhältnisse des perennierenden Mycels für die Biologie der Rostpilze von grosser Bedeutung und weitere Untersuchungen darüber sehr erwünscht sind, so mögen im folgenden die wichtigsten Beobachtungen unter Einschluss der nicht heteröcischen Rostpilze kurz zusammengestellt werden.

Die ersten bestimmten Angaben über das Perennieren des Mycels finden sich wohl bei *Tulasne* (Sel. fung. carp. 1. 141). Sie betreffen *Podisoma Juniperi communis* Fr. (= *clavariaeforme*), *Aecidium Euphorbiae silvaticae* DC. (= *Endophyllum*), „Aec. *Cyparissiae* DC.", *Uromyces scutellatus* (Schrank) Lév., *Puccinia Anemones* Pers (= *fusca* Relh.) und *P. Adoxae* Hedw. in DC. Offenbar hat *Tulasne* sich von dem Vorhandensein des Mycels überzeugt, aber seine Angaben sind nicht sehr eingehend: „Intestinum fungilli mycelium sua in sede (corticali) per hiemem si quaesieris, nonnisi parcissima ejus rudimenta, attentissimis quidem oculis detegere tibi licebit" (zu *Podisoma*). — „...vita ipsa matricis, ex hiemali somno excitata, utuntur, gemmas ejus et folia novella infarciunt, tumefaciunt, omnique modo demonstrant, se in hospitis penetralibus a longo tempore latuisse" (zu den übrigen).

Genauere Angaben treffen wir bei de Bary (Ann. sc. nat. 4s. 20. 1863. 94ff.). Er fand Mycel in den Intercellularen des durch *Aecidium elatinum* hypertrophierten Rindengewebes der Tanne und gibt an, dass es von da in die alljährlich sich entwickelnden Hexenbesentriebe hinein wuchere. Er sah ferner Mycel im Parenchym um die Gefässbündel des Rhizoms von Anemonen, die von *Puccinia fusca* befallen waren, und stellte fest, dass die aus solchen Rhizomen im nächsten Jahre hervorwachsenden Triebe pilzbehaftet sind. Im Rhizom von *Euphorbia Cyparissias*, die *Aecidium Euphorbiae* trug, gelang es wegen des Stärkegehalts zwar nicht, Mycel zu sehen, doch fand sich solches in den kaum 2 mm langen Trieben, die aus dem Rhizom hervorwuchsen. Bei *Endophyllum Sempervivi* (Alb. et Schw.) de Bary stellte de Bary (Ann. sc. nat. 4s. 20. 1863. 86; Monatsber. K. Akad. Berlin 1865. 20) fest, dass das Mycel aus den neu mit Sporidien infizierten Blättern in die Achse vordringt, von wo es in die im nächsten Jahre Aecidien-tragenden Blätter gelangt; ob aber das Mycel, welches fruktifiziert hat, in neue Blätter eindringt, der Pilz also im eigentlichen Sinne perenniert, wurde nicht entschieden. Ob de Bary das im Rhizom von *Euphorbia amygdaloides* perennierende Mycel von *Endophyllum Euphorbiae-silvaticae* (DC.) Wint. mit dem Mikroskop beobachtet hat, sagt er nicht bestimmt. Es tritt aber „in die bekannten

überwinternden Laubsprosse ein, welche diese Pflanze alljährlich im Frühling über den Boden treibt, und ist in diesen leicht in dem Marke und dem inneren Rindenparenchym bis dicht unter den Vegetationspunkt zu verfolgen" (l. c.).

Spätere Beobachter haben für zahlreiche Uredineen das Vorhandensein perennierenden Mycels angegeben. Aber nicht immer wurde das Mycel mikroskopisch in den überwinternden Pflanzenteilen nachgewiesen. Vielfach wurde das Perennieren des Mycels nur daraus erschlossen, dass die im Frühjahr neu entstehenden Teile von Anfang an Spuren der Anwesenheit des Pilzes zeigen, oder dass die ganze Pflanze oder ganze Triebe derselben gleichmässig mit Pilzlagern bedeckt sind. In solchen Fällen ist der Verdacht nicht immer auszuschliessen, dass auch eine frühzeitige Infektion eingetreten sein könnte, etwa an den eben hervorbrechenden Trieben durch am Boden überwinternde Teleutosporen. Ebenso ist nicht immer streng unterschieden zwischen langlebigem, wirklich perennierendem und kurzlebigem, nur einmal überwinterndem Mycel.

Im folgenden ist versucht, die wesentlichsten Beobachtungen zusammenzustellen; Vollständigkeit ist dabei nicht angestrebt.

Uromyces

Alchemillae (Pers.) Lév. E. Fischer (Entw. Unt. 5) schliesst aus Kulturversuchen, dass das Mycel im Rhizom überwintert.

Euphorbiae (Schwein.) C. et P. sei wegen des abweichenden Verhaltens erwähnt. Das Aecidienmycel durchzieht ganze Sprosse. Die Nährpflanze *Euphorbia Preslii* ist aber einjährig; es müssen also die jungen Knospen infiziert werden. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 11. 1893. 43).

Glycyrrhizae (Rabenh.) Magnus. Das Mycel durchzieht die ganzen Frühlingssprosse. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 8. 1890. 377).

Pisi (Pers.) Wint. Mycel des Aecidiums perennierend, siehe oben, de Bary. Fentzling (Dissertat.) und Neumann (Hedw. 1894. 346) sagen nichts über das Mycel im Rhizom.

Trifolii (Hedw.) Lév. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 78) kultivierte ein pilzbehaftetes *Trifolium repens* während eines Winters. Die neuen Blättchen zeigten von Anfang an Teleutosporenlager. Nach Dietel (Natf. Ges. Leipzig 1888/89. 50) ist das Ausdauern des Mycels eine normale Erscheinung.

scutellatus (Schrank) Lév. Mycelium perennierend, siehe oben, Tulasne.

Puccinia

Adoxae Hedw. in DC. Siehe oben, Tulasne. — Das Mycel durchzieht die ganze Pflanze. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 75).

aegra Grove. Das Aecidienmycel perenniert. Die befallenen Pflanzen sind im Habitus verändert (Plowright, Brit. Ured. 159). Nach Dietel (Thür. Bot. Ver. 6. 1894. 45) soll sich *P. aegra* von *P. Violae* Schum. nicht unterscheiden.

albescens (Grev.) Plowr. Das Aecidienmycel durchzieht die ganze Pflanze. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 75). Eine *Adoxa*-Pflanze in einem Blumentopfe ging drei Jahre nach einander mit Aecidien behaftet auf. Plowright (Brit. Ured. 154).

Arrhenatheri (Kleb.) Erikss. Eine genaue Beschreibung des Mycels des die Berberitzenhexenbesen erzeugenden Aecidiums hat Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 148; Ann. of Bot. 12. 1898. 155) gegeben. Siehe den speziellen Teil.

Betonicae (Alb. et Schw.) DC. Das Mycelium scheint zu perennieren. Plowright (Brit. Ured. 200).

Bunii (DC.) Wint. Eine Topfkultur brachte vier Jahre nacheinander Teleutosporen. Plowright (Brit. Ured. 206).

Falcariae (Pers.) Fuck. Aecidien auf perennierendem Mycel, über Stengel und Blätter verbreitet. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 78 u. 82). Neumann (Hedw. 1894. 346) hat die Rhizome nicht untersucht.

fusca (Relh.) Wint. Mycel perennierend, siehe oben, de Bary.

Harioti Lagerh. Aecidien auf einem die ganze Sprosse durchziehenden Mycel. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 381).

Menthae Pers. Aecidienmycel jedenfalls mehr als einjährig, wenigstens in *Mentha viridis*. Plowright (Brit. Ured. 158). — Ich habe in jungen, ganz von Aecidienmycel durchzogenen Trieben im Rindenparenchym, aber nicht im Marke, die Hyphen bis in die Nähe des Vegetationspunktes verfolgt, aber Rhizome noch nicht untersuchen können.

Peckiana Howe. Das Mycelium des zugehörigen *Caeoma interstitiale* Schlecht. (cfr. Tranzschel, Hedwigia 1893. 257) fand Newcombe (Journ. of Myc. 6. 106) in allen Teilen der erkrankten Brombeeren im Mark, den Markstrahlen usw. bis hinunter in die Wurzeln. Charakteristisch sind die Haustorien. Eine noch eingehendere Darstellung liefert Clinton (Illinois Agr. Exp. Stat. Bull 29. 1893). Beide Arbeiten geben Abbildungen.

Pimpinellae (Strauss) Mart. Nach Dietel (Naturf. Ges. Leipzig 1888/89. 49) perenniert das Teleutosporenmycel in jungen Pflanzen, aber nur in solchen. Dietel fand Teleutosporen auch an den unterirdischen Teilen der Blattstiele, oft ganz nahe über der Knolle.

Podospermi DC. Aecidien auf perennierendem Mycel. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 82).

Schneideri Schroeter. Mycel die Stengel und Blätter vom Grund aus durchziehend. Schroeter (Pilze 344).

suaveolens (Pers.) Rostr. Das Mycel der ersten Generation (Spermogonien, kugelige Uredosporen, wenig Teleutosporen) durchdringt die ganze Pflanze und lässt sich bis in die Wurzeln verfolgen, wo es überwintert. Das Mycel der zweiten Generation (wenig eiförmige Uredosporen und viel Teleutosporen) findet sich nur fleckenweise in den Blättern sonst gesunder Pflanzen. Rostrup (Scand. naturf. II. möde, s. Bot. Zeit. 1874. 556). Magnus scheint hierher einen Pilz auf *Centaurea Cyanus* zu rechnen (Bot. Ver. Prov. Brand. 17. 1875. 87). Er gibt an, das Mycel durchziehe die ganze Pflanze von der Basis bis zur Blüte, in den Intercellularen der Rinde und des Blattparenchyms.

Thalictri Chev. Das Mycel scheint zu perennieren. Plowright (Brit. Ured. 207).

Thlaspeos Schub. Die ergriffenen Pflanzen machen sich schon beim ersten Sprossen durch ein gelbes kränkliches Wachstum bemerklich. Man kann daraus schliessen, dass die *Puccinia* sich aus einem die ganze Pflanze durchziehenden und wahrscheinlich perennierenden Mycel entwickelt. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 86).

Tragopogonis (Pers.) Corda. Aecidien auf perennierendem Mycel, über die ganze Blattfläche, die Stengel etc. verbreitet. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 82). Neumann (Hedw. 1894. 346) hat die Rhizome nicht untersucht.

Vincae (DC.) Berk. (= *Berkeleyi* Pass.). Das Aecidienmycel perenniert und verändert den Habitus der Pflanze. Plowright (Gard. Chron. 24. 1885. 108; Brit. Ured. 161).

Vossii Körn. Die Teleutosporen entstehen auf einem die ganzen Sprosse durchziehenden Mycel. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 381).

Gymnosporangium

Sabinae (Dicks.) Wint. Das Mycelium perenniert in den ergriffenen Stellen der Äste und breitet sich daselbst weiter aus. Cramer (Über den Gitterrost der Birnbäume. 1876). Näheres, insbesondere auch über *G. juniperinum, clavariaeforme* etc. bei Wörnle (Forstl.-naturw. Zeitschr. 3. 1894. 68ff.).

Phragmidium

subcorticium (Schrank) Wint. Das Mycel des Aecidiums findet sich im Parenchym und im Marke, teilweise auch zwischen dem Kork (!), den Bastfasern, den Cambium-, Holz- und Markstrahlzellen. Es überwintert;

unterhalb eines alten Lagers trat im nächsten Jahre ein neues auf; der Zweig, der oben noch ausgetrieben hatte, starb dann oben ab (J. Müller, Landw. Jahrb. 15. 1886. 724 u. 728).

Tormentillae Fuck. = *obtusum* (Strauss) Wint. Auf Blättern, die im Januar und Februar aus dem Freien ins Zimmer gebracht wurden, traten in den alten Uredolagern neue Sporen auf. Auch im Freien wurden Anfang April auf überwinterten Blättern Uredolager gefunden, ohne dass vorher Aecidien in der Nähe aufgetreten waren. Dietel (Bot. Centralbl. 32. 1887. 248.) Es handelt sich hier also wohl nur um überwinterndes, nicht um perennierendes Mycel.

Melampsora

Allii-Salicis albae Kleb. Aus lokalisierten, vermutlich im Herbst entstandenen Rindeninfektionen brechen zeitig im Frühjahr Uredosporen hervor Näheres oben.

pinitorqua Rostr. Weil das Caeoma auf einmal ergriffenen Kiefern alljährlich wieder auftritt, vermutet Frank (Krankh. d. Pfl. 1880. 495) Perennieren des Mycels.

Melampsorella

Caryophyllacearum (DC.) Schroet. Sowohl das Mycel des Aecidiums (*Aec. elatinum*), wie das der Uredo- und Teleutosporengeneration ist perennierend. Näheres im speziellen Teil. de Bary (Bot. Zeit. 1867. 257 ff.); Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 17. 1899. 337).

Pucciniastrum

Padi (Kze. et Schm.) Dietel. Das Aecidienmycel dauert mit der Entwickelung der Fichtenzapfen aus. Siehe den speziellen Teil.

Chrysomyxa

Abietis (Wallr.) Ung. Die Teleutosporen werden aus überwintertem Mycel gebildet. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 57).

Ledi (Alb. et Schw.) de Bary. Die Teleutosporen entwickeln sich auf überwinterten Infektionsstellen. Schroeder (Beitr. z. Biol. 3, 1. 54).

Rhododendri (DC.) De Bary. Die Teleutosporen entwickeln sich auf überwinterten Infektionsstellen. Auch neue Uredolager treten auf überwinterten Blättern auf. de Bary (Bot. Ztg. 1879. 785).

Coleosporium

Tussilaginis (Pers.) Kleb. Das Aecidienmycel überdauert einen Winter in den Kiefernnadeln. Klebahn (Kulturv. II. 7). Dasselbe gilt wahrscheinlich für alle Formen des „*Peridermium Pini acicola*“.

Melampyri (Rebent.) Kleb. Als ein ausnahmsweiser Fall wurde beobachtet, dass eine infizierte Kiefernnadel im zweiten Sommer noch einmal einige Aecidien brachte. Klebahn (Kulturv. V. 335).

Cronartium

asclepiadeum (Willd.) Fr., *Ribicola* Dietr. und *Peridermium Pini* (Willd.) Kleb. Aecidienmycel in der Kiefernrinde perennierend, siehe den speziellen Teil.

Endophyllum

Euphorbiae-silvaticae (DC.) Wint. Siehe oben, de Bary.

Sempervivi (Alb. et Schw.) de Bary. Siehe oben, de Bary.

Aecidium

leucospermum DC. Mycel wahrscheinlich wie bei *Puccinia fusca* perennierend. Ich habe keine das Aecidium, das früher zu *P. fusca* gestellt wurde, besonders betreffende Angabe gefunden.

Uredo

aecidioides J. Müll. (U. Mülleri Schroet.) Das Mycel überwintert in infizierten *Rubus*-Blättern. J. Müller (Landw. Jahrb. 15. 743).

Symphyti DC. Das Mycel durchzieht grosse Strecken oder die ganze Pflanze und perenniert vielleicht.

VII. Die Getreiderostfrage.

Die Frage, wie die Getreideroste sich von einer Vegetationsperiode zur andern erhalten, mag, obgleich sie in den voraufgehenden Abschnitt gehört, doch ihrer praktischen Wichtigkeit wegen, und weil sie in neuerer Zeit eine eigene Litteratur hervorgerufen hat, hier besonders abgehandelt werden.

Puccinia graminis und *P. coronifera* sind wirtswechselnd und haben überwinternde Teleutosporen. An allen Orten, wo ihre Aecidienträger vorkommen, erscheint die Erhaltung dieser Pilze während des Winters und ihr Wiederauftreten im Sommer daher gesichert.

Nun haben aber verschiedene Autoren und in letzter Zeit namentlich Eriksson (z. B. Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 1896. 501 ff.) wiederholt darauf hingewiesen, dass die Aecidienträger, insbesondere die Berberitze, nicht genügend allgemein verbreitet seien, um das regelmässige und allgemeine Auftreten des Getreiderosts durch sie zu erklären. Gegen die Art der

Beweisführung Erikssons, der zu dem Resultate kommt, dass die Sporen überhaupt und die Aecidiosporen insbesondere eine weit geringere Bedeutung für die Verbreitung der Rostpilze haben, als man bisher geglaubt hat, lässt sich allerdings mancherlei einwenden. Wenn in Einzelfällen keine grosse Wirkung der Berberitzensträucher auf das in der Nähe befindliche Getreide nachweisbar ist, so darf man daraus nicht gleich schliessen, dass die Bedeutung der Aecidienträger überhaupt eine geringe sei, denn in zahlreichen andern Fällen ist ihr verderblicher Einfluss durch glaubwürdige Zeugen festgestellt (siehe *Puccinia graminis* im speziellen Teile). Mir erscheint es ganz natürlich, dass die Aecidien im allgemeinen erheblich seltener sind, als die Uredo- und Teleutosporenpilze, denn jenen geht das Vermögen ab, sich aus sich selbst zu reproduzieren, das diese in den Uredosporen in ausgiebigem Masse besitzen, und durch das sie unter Umständen gewaltige Verbreitung erlangen.

Dennoch halte ich die Zweifel, welche gegen die Bedeutung der Aecidienträger für das Auftreten der Getreideroste vorgebracht sind, nicht für ganz unberechtigt. Es lässt sich nicht leugnen, dass doch in vielen Fällen die Verbreitung der Aecidienträger nicht in dem richtigen Verhältnis zu der Menge steht, in der die Getreideroste auftreten. So ist zwar die Berberitze bei Hamburg und auch sonst im nördlichen Deutschland vielerwärts in Gärten und Anlagen angepflanzt anzutreffen, aber im ganzen doch nur zerstreut und in einer verhältnismässig geringen Zahl von Exemplaren; *Puccinia graminis* aber, allerdings auf dem Getreide nicht überall häufig, fehlt auf der Quecke, *Agropyrum repens*, fast an keinem ihrer Standorte.

In weit höherem Grade aber trifft das Bedenken wegen der Aecidienträger, wenigstens in Nordwestdeutschland, für diejenigen drei Getreideroste zu, deren Aecidien man noch nicht kennt, *Puccinia glumarum*, *P. triticina* und *P. simplex*. Denn nachdem bereits zahlreiche Aussaatversuche mit denselben ohne Erfolg angestellt worden sind, darf man wohl schliessen, dass ihre Aecidien nicht unter den hier besonders häufigen zu suchen sind, und vielleicht kommen sie überhaupt nicht in Deutschland vor, sondern in einer andern Gegend, etwa in der Heimat der betreffenden Getreidearten. Eriksson (Ann. sc. nat. 8. s. 14. 60) zieht allerdings aus den erwähnten Versuchen den Schluss, dass *Pucc. glumarum* nicht heteröcisch sei. Doch ist dieser Schluss nicht berechtigt; er wäre erst dann zulässig, wenn es gelungen wäre, mittels der Sporidien der *P. glumarum* Uredolager zu erziehen. Es muss also einstweilen angenommen werden, dass diese drei Pilze auch ohne Aecidien ihre Lebensbedingungen bei uns finden. Das Nämliche gilt für

die Getreideroste mit bekanntem Wirtswechsel in solchen Gegenden, wo die Aecidienträger überhaupt nicht vorkommen. So hat z. B. v. Lagerheim (Botan. Centr. 54. 1893. 324; Botan. Notiser 1891. 63) *Puccinia graminis* und *coronifera* bei Quito in Ecuador auf Haferpflanzen, die aus europäischem Samen gezogen waren, auftreten sehen, und Barclay beobachtete das Auftreten von *Puccinia graminis* in Indien, 300 englische Meilen von Berberitzen entfernt (Journ. of Bot. 30. 1892. 349).

Man wird also vielleicht auch dort, wo die Aecidien regelmässig auftreten, diese nicht allein für das alljährliche Wiedererscheinen des Getreiderosts verantwortlich machen dürfen, sondern wird sich nach andern Faktoren umsehen müssen, welche die erste Infektion der Getreidepflanzen im Sommer veranlassen. Dies ist namentlich notwendig für die beiden Rostpilze, deren Teleutosporen nicht überwintern, *Pucc. dispersa* und *P. glumarum.*

Nichts liegt auf den ersten Blick näher, als die Überwinterung der Uredogeneration, die für eine Reihe von Rostpilzen sicher nachgewiesen ist (s. d. vorige Kapitel), auch für das jährliche Wiederauftreten der Getreideroste verantwortlich zu machen, und in der Tat ist das Überwintern der Getreideroste schon von den älteren Autoren auf Grund mehr oder weniger exakter Beobachtungen mehrfach behauptet worden. Indessen sind die Verhältnisse nicht so einfach, wie man zunächst glauben möchte. Die Angaben der Beobachter weichen ziemlich von einander ab.

de Bary (Monatsb. Akad. Berlin 1865. 23) suchte bei *Puccinia graminis* vergeblich nach überwinterndem Mycel und konstatierte, dass stark rostig eingepflanzte Exemplare von *Agropyrum repens* und *Poa pratensis* im nächsten Jahre gesund blieben.

Kühn (Landw. Jahrb. 1875. 401) fand die Uredoform von *Pucc. „coronata“* mitten im Winter in allen Entwickelungsstadien auf *Holcus lanatus,* behauptete ihre ungehemmte Weiterentwickelung im Frühjahr und hielt daraufhin auch die Überwinterung von *P. graminis* und *P. „Rubigo vera“* für möglich.

Blomeyer (Fühlings landw. Ztg. 1876. 405) glaubte aus dem frühzeitigen Auftreten des Rosts (im Mai) auf Überwinterung schliessen zu müssen.

Rostrup (Rust og Berberis. Kopenhagen 1884) hält die Überwinterung von *P. graminis* in milden Wintern für möglich.

Plowright (Gard. Chron. 18. 1882. 234) fand Ende Dezember und dann wieder im März Uredosporen auf *Agropyrum repens;* es ist nicht ganz deutlich, ob *P. graminis* gemeint ist oder *P. „Rubigo vera“.* Für den letztgenannten Pilz, und zwar auf Weizen, behauptet derselbe

Autor (Brit. Ured. 1889. 35) bestimmt, dass er (in England) während des ganzen Winters gefunden werden könne.

Nach Mc. Alpine (Dep. of Agric. Victoria Bull. 14. 1891) und Cobb (Agric. Gaz. of New South Wales 3. 1892. 186) soll *Puccinia graminis* in Australien im Uredozustande perennieren.

Hitchcock und Carleton (Kansas Agr. Coll. Exp. Stat. Bull. 38. 1893. 11; siehe auch Carleton, Bot. Gaz. 18. 1893. 453) fanden in Kansas (Nordamerika) während des ganzen Winters, speziell im Januar, Februar und März keimfähige Uredosporen von *P. Rubigo vera* auf Weizen; die Verfasser sind aber der Ansicht, dass diese Sporen sich nicht während des Winters neugebildet hätten, sondern vom letzten Herbst herstammten. Später macht Carleton (Div. of veg. Phys. a. Path. Bull. 16. 1899) noch bestimmtere Angaben über das Verhalten der Rostarten in den Vereinigten Staaten. Für *P. Rubigo vera Tritici* (wahrscheinlich = *triticina)* erklärt er die Überwinterung für so sicher festgestellt, dass er selbst wenig hinzuzufügen weiss (p. 21). In den südlichen Vereinigten Staaten lebt der Rost nicht nur, sondern wächst auch den ganzen Winter. Südlich vom 40. Breitengrad führt der Pilz eine andauernde Uredoexistenz, ohne das Auftreten einer andern Sporenform. Auch *P. Rubigo vera Secalis* (wahrscheinlich = *dispersa*) lebt und vermehrt sich während des Winters in den südlichen Staaten (p. 44). In einem Falle beobachtete Carleton z. B. die Uredo zuerst im November, dann mitten im Winter und endlich im April auf denselben Pflanzen, und die im April von vorjährigen Blättern genommene Sporenprobe erwies sich als keimfähig. Für *Puccinia (coronifera) Avenae* und *Puccinia graminis Tritici* konnte Carleton dagegen die Überwinterung nicht beweisen (p. 49, 57).

Auch Bolley (Centralbl. f. Bact. 4. 1898. 894) gibt an, dass in den Vereinigten Staaten südlich von Ohio während des ganzen Winters frische Uredolager zu finden seien; weiter nördlich werden zwar während des härtesten Wetters keine neuen gebildet, aber die vorhandenen bewahren ihre Keimkraft.

Eriksson (Getreideroste 40) kommt in Bezug auf *P. graminis* zu demselben Resultate wie de Bary; die Formen dieses Pilzes auf den Getreidearten, ferner auf *Agropyrum repens, Dactylis glomerata* und *Agrostis vulgaris* überwintern in Schweden nicht. *Pucc. Phlei-pratensis* scheint dagegen in der Uredogeneration überwintern zu können. Ebenso hält Eriksson (Getr. 153) die Überwinterung von *P. glumarum* für möglich. In der Zeit, wo die Erde mit Schnee und Eis bedeckt ist, sind allerdings keine Uredosporen zu finden; auch sterben die im Herbst infizierten Blätter während des Winters in der Regel ab; aber mitunter

erhalten sich doch einige, und dann erzeugt das Mycel im Frühjahr neue Uredolager. In den meisten Fällen aber trennt eine rostfreie Periode die Herbsturedolager von den Frühlingsuredolagern. Das letztere trifft auch für *P. dispersa* zu. Eriksson beobachtete die letzten Uredolager im November und die ersten wieder im April, aber es gelang nicht, die Frühlingsuredolager, die sämtlich an grünen frischen Blättern auftraten, aus den Herbsturedolagern herzuleiten (l. c. 218). Während nach Hitchcock und Carleton (s. o.) die während des Winters gesammelten Uredosporen keimfähig waren, behauptet Eriksson (Getr. 43—45), dass die Uredosporen während des Winters nur dann keimfähig blieben, wenn sie geschützt im Hause aufbewahrt wurden, nicht, wenn sie sich im Freien befanden. (Vgl. auch die Angaben von Barclay und Dietel über die Uredosporen anderer Rostpilze, Kap. IV.) Im Gegensatze zu anderen Beobachtern ist Eriksson daher nicht geneigt, der Uredoüberwinterung eine wesentliche Rolle für die Erhaltung der Getreideroste zuzuschreiben.

Nach der Gesamtheit der angeführten Beobachtungen verhalten sich nicht nur die einzelnen Getreiderostarten in Bezug auf die Überwinterung sehr verschieden, sondern es scheint auch, als ob dieselbe Rostart bald überwintert, bald nicht, je nach den besonderen klimatischen Bedingungen, unter denen sie auftritt. Dass auch bei anderen Rostpilzen die Uredobildung durch mildes Klima gefördert wird, wurde bereits im Kapitel VI hervorgehoben.

Bei uns in Deutschland scheint *Puccinia graminis* nicht als Uredo zu überwintern, und ebensowenig *Puccinia coronifera Avenae* und *P. simplex*, was schon deshalb unwahrscheinlich ist, weil Hafer und Gerste selten oder nie als Wintergetreide gebaut werden. Über *Puccinia triticina* habe ich keine eigene Erfahrung. Für *P. dispersa* und *glumarum* halte ich dagegen die Uredoüberwinterung für möglich.

Es ist aber sehr schwierig, der Sache beizukommen. Bei künstlichen Versuchen verfügt man immer nur über eine beschränkte Zahl von infizierten Pflanzen, und es ist schwer, diese so durch den Winter zu bringen, dass sie nicht erfrieren und die Witterung doch genügend auf sie einwirkt. Die infizierten Blätter, besonders infizierte Blattspitzen gehen leicht zu Grunde und mit ihnen das Mycel. Mit *P. dispersa* habe ich wiederholt vergebliche Versuche gemacht, sowohl mit Pflanzen, die mittels *Aecidium Anchusae*, wie mit solchen, die mittels Uredosporen infiziert waren.

Etwas besseren Erfolg hatte ich im Winter 1902/03 mit Weizenpflanzen, die mit *Puccinia glumarum* infiziert worden waren. Dieselben wurden, um das Erfrieren zu vermeiden, in ein im Winter unbenutztes kleines Gewächshaus gestellt, dessen Fenster und Türen möglichst offen

gehalten wurden. Nur während der stärksten Kälteperioden wurde das Haus geschlossen und auch noch eine Matte, zugleich zum Schutz gegen etwaige Sonnenstrahlen, locker über den Pflanzen ausgespannt. Die Kälte in dem Hause war trotzdem so gross, dass der Erdboden in den Töpfen fest gefroren war, und es gingen auch mehrere der infizierten Blattspitzen zu Grunde. Aber einzelne blieben erhalten, und ich konnte z. B. nach zwei überstandenen Frostperioden während milderer Witterung Mitte Februar die Bildung neuer junger Uredolager konstatieren. Während des März starben allerdings, obgleich die Witterung milde war, die wenigen erhaltenen infizierten Blätter auch noch ab, sodass die Pflanzen, die nun allmählich wieder zu wachsen begannen, rostfrei waren.

Immerhin scheint aus diesen Versuchen hervorzugehen, dass wenigstens in milderen Wintern und bei einigermassen geschützter Lage der Infektionsstellen das Uredomycel des Gelbrostes in der Nährpflanze überwintern kann.

Beobachtungen im Freien kann nur derjenige anstellen, dem Gelegenheit gegeben ist, sich vielerwärts regelmässig umzusehen, oder der in einer Gegend lebt, wo die Getreideroste regelmässig bereits im Herbst auftreten. In den mir genauer bekannten Gebieten wird fast nur Roggen gebaut, und meine Erfahrungen beziehen sich fast nur auf *P. dispersa*. Obgleich ich die Überwinterung dieses Pilzes für möglich halte, ist es mir doch noch nicht geglückt, sie zu beobachten, weil ich selbst noch niemals im Freien im Herbst rostigen Winterroggen gesehen habe. Über ein sehr heftiges Auftreten von *P. dispersa* berichtete mir im Winter 1900/01 Herr Gutsbesitzer Dr. Carl in Karschwitz bei Marienwerder unter Mitteilung mehrfacher Proben. Der Pilz wurde vom 26. Oktober bis zum 24. Februar verfolgt; dann vernichtete der sehr heftige Frost dieses Winters den ohnehin schon stark geschädigten Roggen samt dem Roste. Vielleicht wäre aber bei milderem Wetter der Rost in diesem Falle bis zum Frühjahr erhalten geblieben.

Ich bin daher nicht überzeugt, dass die Möglichkeit des Überwinterns des Getreiderosts im nördlichen Deutschland, selbst wenn sie vorhanden ist, für das sommerliche Auftreten des Rosts eine grosse Rolle spielt.

Jedenfalls ist das Getreide im ersten Frühjahr bei uns anscheinend stets rostfrei. Es ist mir nie gelungen, im ersten Frühjahr auf den überwinterten Saaten Rost aufzufinden. Erst von Ende Mai an tritt nach meinen Erfahrungen *P. dispersa* auf dem Roggen auf, nun allerdings nicht sogleich überall, wie Eriksson behauptet, sondern zuerst in sehr vereinzelten, nur nach langem Suchen auffindbaren Lagern (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 18. 1898. 338); aber in kurzer Zeit werden die Lager zahlreicher, und sehr bald findet man sie auf jedem Acker und

fast auf jeder Pflanze, bald einzeln, bald in Menge. Dass diese nachträgliche Vermehrung und Verbreitung zum grossen Teil den Uredosporen zuzuschreiben ist, und zwar umsomehr, je zahlreicher die Rostlager werden, darüber kann nach meiner Meinung gar kein Zweifel sein, denn Infektionsversuche mit *Pucc. dispersa* gelingen stets leicht und sicher.

Es scheint aber aus dem Voraufgehenden hervorzugehen, dass die Überwinterung mittels der Uredosporen nicht ausreicht, um das jährliche Wiederauftreten der Rostpilze zu erklären, sondern dass noch irgend welche besonderen Ursachen hinzukommen müssen.

Im wesentlichen sind dies dieselben Gedanken, die auch Eriksson in seinen zahlreichen Schriften über die Getreideroste ausgesprochen hat. Aber Eriksson bezweifelt, dass es möglich sei, mittels der Infektionslehre eine genügende Erklärung des Auftretens der Rostkrankheit zu geben. Er glaubt, die Fundamente dieser Lehre erschüttern zu müssen (Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 521); er behauptet, dass weder den Aecidiosporen, noch den Uredosporen die grosse Bedeutung für die Verbreitung der Rostpilze, die man ihnen zuschreibe, wirklich zukomme.

Die sonderbare Hypothese, welche Eriksson an die Stelle der Infektionslehre setzt, ist aber völlig unannehmbar (siehe das folgende Kapitel). Es bleibt uns daher nichts übrig, als einstweilen an der Infektionslehre festzuhalten, und wir können das umsomehr, als Eriksson selbst der Infektion immer noch eine gewisse, wenngleich nach seiner Meinung nicht ausreichende Wirkung zuerkennt. Wirkungen aber, die einmal da sind, lassen unter günstigen Umständen auch bedeutende Steigerungen zu.

Das schliesst natürlich nicht aus, dass die zahlreichen Beobachtungen und Versuche, mit denen Eriksson seine Ansicht zu stützen sucht (Die Getreideroste; Ann. sc. nat. 8 s., t. 14 u. 15 etc.), nicht nur richtig, sondern auch lehrreich sind. Nur scheint mir Eriksson im allgemeinen von der Wirkung, die ein pilztragendes Zentrum auf die Nachbarschaft ausübt, zu viel erwartet zu haben, und er ist daher enttäuscht, wenn die Wirkung nicht so gross ist, wie sie hätte sein können oder vielleicht auch gewesen wäre, wenn die nicht genauer zu bestimmenden klimatischen Bedingungen, die zur Auslösung von Epidemien führen, vorhanden gewesen wären. Auf die Einzelheiten der Bedenken Erikssons einzugehen, liegt ausserhalb des Rahmens der hier gestellten Aufgabe. Es ist auch kaum möglich, weil der Leser eine Nachprüfung der Verhältnisse doch nicht vornehmen kann und auf Grund der Beschreibung allein, wenn dieselbe auch ausführlich ist, die wirksamen Bedingungen nicht genügend übersieht. Ich will daher nur einen Gegenstand erwähnen, weil ich imstande bin, einige eigene Beobachtungen mitzuteilen.

Eriksson hat wiederholt hervorgehoben, dass die Keimung der Uredosporen oft eine ungenügende und launenhafte sei (vgl. Kap. IV), und behauptet besonders vom Gelbrost, dass die Infektionsversuche mit demselben viel ungünstigere Resultate geben als die mit anderen Rostpilzen. Ich glaubte Eriksson in Bezug auf den letzteren Punkt bisher Recht geben zu müssen, da mir eine Infektion mit Gelbrost trotz mehrfacher Versuche nicht gelingen wollte, und ich wies daher darauf hin, dass vermutlich zwischen der geringeren Keimfähigkeit der Gelbrostsporen und dem grossen Ausbreitungsvermögen des Gelbrostmycels eine Wechselbeziehung bestehe (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 88). Ich glaube aber jetzt behaupten zu dürfen, dass der Grund aller Schwierigkeiten einzig und allein darin besteht, dass wir die Keimungs- und Infektionsbedingungen nicht genügend kennen. Meine früheren Versuche hatten im Juli und August auf herangewachsenen Pflanzen stattgefunden. Jetzt habe ich im September und Oktober Versuche mit Keimpflanzen angestellt und einer Anregung von Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 273) folgend, die Uredosporen besonders auf die Spitze der jungen Blätter gebracht, in dem Zustande, wo die Keimpflanze 1—2 grüne Blätter hatte. Es sind nicht nur sehr reichliche Infektionen eingetreten, es hat sich auch das charakteristische Ausgehen der Gelbroststreifen von der Spitze der Blätter gezeigt, und es ist ein reichliches Übergehen des Rosts auf das 3. Blatt und auch auf die Bestockungstriebe beobachtet worden. Ich bin daher überzeugt, dass die Schwierigkeiten, welche in Bezug auf das Verständnis des Auftretens der Getreideroste vorhanden sind, verschwinden werden, wenn erst die Bedingungen der Sporenverbreitung und der Infektion genügend erforscht sein werden. Man vergleiche hiermit das oben über Keimung und Infektion bei *Peridermium Strobi* Gesagte (Kap. IV).

Wie aber ist das alljährliche sommerliche Auftreten des Getreiderosts zu erklären, wenn die Aecidienträger und die Überwinterung dafür nicht in erster Linie verantwortlich sind? Weit davon entfernt, eine Beantwortung dieser Frage geben zu wollen, möchte ich auf ein Paar Verhältnisse aufmerksam machen, die dabei jedenfalls ganz besonders in Betracht kommen, und die, wie mir scheint, von Eriksson vollständig unterschätzt worden sind. Der eine Umstand ist die Massenhaftigkeit des Getreideanbaues in fast allen Weltteilen. Da nur selten eine Getreidepflanze ganz ohne Rost ist und ein einzelnes Rostlager hunderte von Sporen der Verbreitung durch den Wind darbietet, so müssen grosse Mengen von Rostsporen in die Luft gelangen, und dieselben müssen in getreidebauenden Gegenden eine ähnliche allgemeine Verbreitung in der

Luft bekommen, wie die Sporen anderer Kosmopoliten und Ubiquisten, die der Schimmelpilze, mancher Bakterien etc. sie bekanntermassen haben. Das zweite Moment ist die Tatsache, dass der Wind wesentlich schwerere Gegenstände als die Rostsporen mit Leichtigkeit hunderte von Meilen fortzuführen vermag. Einen trefflichen Beleg dafür liefern die Beobachtungen einer Staubmasse, die vom 9.—12. März 1901 von Nord-Afrika nach Nord-Europa vorrückend an zahlreichen Stationen beobachtet wurde. Am 11. März 1901 fiel hier in Hamburg ein merkwürdig gelber Schnee, der nach dem Auftauen überall grosse Mengen einer gelben erdigen Masse zurückliess, die aus feinsten Ton- und Quarzteilchen mit Spuren anderer Mineralien bestand. Die in der Tagespresse geäusserte Vermutung, dass es sich um afrikanischen Wüstenstaub gehandelt habe, wird durch die Lage und Folge der Einzelbeobachtungen sehr wahrscheinlich gemacht, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Entsprechende Staubfälle wurden beobachtet in der Nacht vom 9. auf den 10. März in Tunis, West-Tripolis, Algier, am 10. März früh an der Südküste von Sicilien, in der Nacht vom 10. auf den 11. März in den Ost-Alpen, am 11. März früh 6 Uhr im Maingebiet, Nachmittags $4^1/_2$ Uhr in Hamburg, am 12. März früh bald nach Mitternacht auf den dänischen Inseln (Stege auf Möen). Aus Deutschland liegen Meldungen von 351 Orten vor; zwischen Alpen- und Maingebiet war eine staubfreie Zone.[1])

Ohne Zweifel können die Rostporen, die viel leichter sind als derartige Quarz- und Tonteilchen, noch viel leichter von den Luftströmungen fortgeführt werden; sie werden unter Umständen viel länger suspendiert bleiben und können mindestens ebensoweit oder noch weiter transportiert werden. Auf diese Weise kann man sich also vorstellen, dass die Rostsporen, und zwar die Uredosporen aus Gegenden, wo der Getreiderost infolge des Vorhandenseins der Aecidienträger reichlich auftritt, oder aus solchen, wo er infolge der klimatischen Verhältnisse im Uredozustande überwintert und daher zeitig zur Entwickelung kommt, in solche Gebiete, wo noch kein Rost ist, getragen werden und hier das Auftreten der Krankheit veranlassen. So wird es auch verständlich, dass unter geeigneten Bedingungen, das heisst wenn die Rostsporen massenhaft herbeigeweht werden und die Keimungsbedingungen günstig sind, der Rost sich plötzlich epidemisch auf allen Feldern einer ganzen Gegend zeigen kann. Dass die Rostsporen lange genug ihre Keimkraft bewahren, um einen weiten Transport zu ertragen, wurde bereits früher erörtert (Kap. IV).

---

[1]) Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Prof. Dr. C. Gottsche in Hamburg. Vgl. auch Sitzungsber. d. naturw. Vereins in Hamburg vom 13. u. 20. März 1901.

In Bezug auf die Bedeutung, welche die Sporenverbreitung durch den Wind hat, vertreten auch andere Forscher die hier vorgetragenen Ansichten. So sagt z. B. v. Tubeuf (Biol. Abt. K. Gesundheitsamt 2. 1901. 175): „Die Entfernungen der Infektionsgefahr“ werden „nicht nur von Eriksson, sondern allgemein ganz bedeutend unterschätzt“. v. Tubeuf weist auch darauf hin, dass Papierstücke, geflügelte Samen, Staubteilchen, Blätter etc. erfahrungsgemäss durch den Wind weit verbreitet werden, erwähnt die Erscheinung des Schwefelregens usw. Bolley (Centr. f. Bakt. 4. 1898. 890) bemerkt, der Umstand, dass der Rost in Nord-Amerika auf Quadratmeilen grossen Getreidefeldern überall auftrete, sei nur durch Windverbreitung zu erklären.

Natürlich wird man den direkten Beweis bringen müssen, dass die Luft tatsächlich Rostsporen enthält. Ich habe eine Reihe von Untersuchungen dieser Art angestellt. Im Jahre 1899 untersuchte ich die Watte, die an einem der Glashäuschen, in denen ich Getreide unter Ausschluss der Infektion durch die aus der Luft niederfallenden Sporen kultivierte, zum Abhalten des Staubes von den Versuchspflanzen gedient hatte, und zwar die oberste durch den Staub geschwärzte Schicht.[1]) Neben massenhaften anderen Pilzsporen fanden sich zahlreiche Uredosporen von Rostpilzen, die, soweit dies ausschliesslich nach dem mikroskopischen Bilde beurteilt werden kann, zum grossen Teil Getreiderostsporen waren. Im folgenden Jahre habe ich den Staub untersucht, der sich in einigen auf dem Dache des Hygienischen Instituts in Hamburg aufgestellten Glasschalen angesammelt hatte, und dabei gleichfalls Rostsporen gefunden. Da dieses Verfahren sich nicht als besonders zweckmässig erwies, kehrte ich 1901 zur Verwendung der Watte zurück. Ich konstruierte kleine Schutzdächer aus Zinkblech, unter denen auf einer kreisförmigen Scheibe von ca. 12 cm Durchmesser ein Wattebausch (feine Verbandwatte) befestigt wurde, und hing dieselben während des Sommers im Freien an Bäumen auf, Nr. 1 in Niendorf bei Hamburg am Rande eines Landgutes, Felder in der Nähe, Nr. 2 auf einer Weide zu Hamburg-Hoheluft, südlich die Stadt, nördlich, östlich und westlich freies Land angrenzend, Nr. 3 am Rande eines Obstgartens bei Stadtsulza in Thüringen, am Abhange eines Berges, Getreidefelder in der Nähe. Der in der Watte enthaltene Staub wurde durch Auswaschen und Filtrieren

[1]) Eriksson hat meine Darstellung (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 83) ganz falsch verstanden und völlig entstellt wiedergegeben, wenn er (Ann. sc. nat. 8 s. 15. 1902. [271]) schreibt, ich hätte geschlossen, dass durch die Wattefilter Sporen hätten in die Apparate gelangen können. Die Wichtigkeit des Nachweises der Sporen im Staube ignoriert er.

gesammelt und in einem kleinen Flüssigkeitsquantum verteilt. Es wurde aus jeder Probe eine Reihe von Präparaten hergestellt, aus je einem Tropfen der Flüssigkeit, und es wurde dann die gesamte Tropfenzahl der Flüssigkeit bestimmt. Die in je zwei Präparaten enthaltenen Rostsporen wurden mit Hilfe eines verschiebbaren Objekttisches genau ausgezählt. So ergab sich ein Schluss auf die Gesamtmenge der auf der angegebenen Fläche während des Sommers niedergefallenen, bezugsweise zugewehten Rostsporen. Da die mit einer gewöhnlichen Pipette hergestellten Tropfen nicht genau gleich gross waren, ergaben sich Abweichungen zwischen den Einzelzählungen aus derselben Watte; das Verfahren wurde aber für genügend genau erachtet, da es sich einstweilen nur um ungefähre Vorstellungen von der Menge der in der Luft enthaltenen Sporen handelt. Die gefundenen Zahlen sind, besonders bei der zweiten und dritten Watteprobe, wo sie mit möglichster Sorgfalt ermittelt sind, von überraschender Grösse. Das Ergebnis war: Nr. 1, nach einem anderen, weniger zweckmässigen Verfahren ermittelt, Gesamtmenge mindestens 4600 Rostsporen (Uredo), darunter 2700 im Aussehen *P. graminis* entsprechend. Nr. 2. 120 Tropfen; erster Tropfen 35 Rostsporen, 17 *P. graminis* gleichend; zweiter Tropfen 106 Rostsporen, 48 *P. graminis* gleichend. Gesamtsumme nach dem Durchschnitt 8400 Rostsporen, darunter 3840 *P. graminis* gleichend. Nr. 3. 400 Tropfen; erster Tropfen 59 Rostsporen, 11 *P. graminis* gleichend; zweiter Tropfen 98 Rostsporen, 17 *P. graminis* gleichend. Gesamtsumme nach dem Durchschnitt 31200 Rostsporen, darunter 5600 *P. graminis* gleichend. Aecidiosporen wurden nur in geringer Zahl gefunden; Teleutosporen nur sehr vereinzelt. Die Sporidien sind zu wenig charakteristisch gestaltet, um sie sicher zu unterscheiden; sie dürften aber zur geeigneten Jahreszeit nicht fehlen. Ausser Rostsporen waren zahllose andere Pilzsporen, Pollenkörner, namentlich solche von Gräsern, einzelne Schmetterlingsschuppen usw. in der Staubmasse enthalten. Die Probe von Stadtsulza war sehr reinlich, während die von Hamburg-Hoheluft stark von Russ geschwärzt war. Natürlich wurde auch eine Probe derselben Watte, die nicht im Freien gewesen war, untersucht, und zwar eine mindestens dreimal so grosse Menge. Diese erwies sich als völlig frei von Rostsporen und fast völlig frei von Pilzsporen überhaupt.

Durch die vorstehenden Beobachtungen scheint mir zu Genüge bewiesen zu sein, nicht nur, dass zahllose Uredosporen in der Luft enthalten sind und durch sie verbreitet werden, sondern auch, dass sie in grosser Zahl auf einen verhältnismässig kleinen Raum niederfallen. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass diese durch die

Luft herbeigeführten Sporen von dem grössten Einflusse auf die Entstehung und die Ausbreitung der Rostepidemien sein müssen; vielleicht lassen sich sogar diese in der Luft verbreiteten Keime überhaupt für das Auftreten der Krankheit in gewissen Gegenden verantwortlich machen, wie schon oben angedeutet wurde. Jedenfalls würden solche Fälle, wo der Rost plötzlich unter besonderen meteorologischen Erscheinungen wie durch einen giftigen Hauch überall auftritt, durch die bei gewissen Windrichtungen massenhaft herbeigeführten Sporen weit besser ihre Erklärung finden, als durch die oft vergebens gesuchte ansteckende Wirkung von Seiten der Aecidienträger oder kranker Nachbarn, ohne dass hiermit der Bedeutung dieser im geringsten etwas genommen werden soll.

Es wird nützlich sein, die Untersuchungen über den Gehalt der Luft an Rostsporen fortzusetzen, da die hier ausgesprochenen Gedanken sofort eine Reihe von neuen Fragen anregen, ohne deren Beantwortung sich die Erörterung der Angelegenheit nicht gut weiter führen lässt. Wenn das erste Auftreten des Rosts in unseren Gegenden auf den mit den Luftströmungen herbeigeführten Uredosporen beruht, so müsste sich zeigen lassen, dass die Rostsporen auch an solchen Orten, wo kein Getreide gebaut wird, z. B. auf dem Meere, etwa über der Nordsee, wenn auch nicht gleich mitten über dem Atlantischen Ozean[1]) in der Luft enthalten sind, ferner namentlich, dass sie acht bis vierzehn Tage vor der Zeit, wo bei uns die ersten Rostlager auftreten, bereits in der Luft vorkommen usw. Man würde auch Lokalitäten nachweisen müssen, in denen die betreffenden Roste um diese Zeit bereits im Uredostadium entwickelt sind, und ebenso zeigen müssen, dass die Windverhältnisse den Transport der Sporen von dort in unsere Gegenden erklären. Diese Andeutungen mögen hier genügen; vielleicht findet sich Gelegenheit, in dieser oder ähnlicher Weise der wichtigen Frage näher zu treten.

Nur das eine mag noch hervorgehoben sein, dass diese Betrachtungen natürlich nicht allein für die Getreideroste gelten. Es wurde bereits oben zwischen den Rostpilzen von lokaler Verbreitung und den weit verbreiteten unterschieden. Die Sporen der ersteren gelangen zwar auch in die Luft und können gelegentlich auf eine entfernte, noch gesunde Pflanze getragen werden und somit einen neuen Standort des Pilzes hervorbringen, doch muss dies naturgemäss selten eintreten. Dagegen

---

[1]) Hier wäre vielleicht auf das von Hallier (Phytopathologie 1868. 27, nach Eriksson, Landw. Versuchsst. 49. 1897. 90) konstatierte Vorkommen von *Puccinia graminis* auf Helgoland aufmerksam zu machen, während „fast gar keine“ Berberitzen auf der Insel sein sollen. Ich habe neuerdings vergeblich versucht, Auskunft über die Verhältnisse auf Helgoland zu erhalten.

werden für die weit verbreiteten Pilze manche der soeben besprochenen Verhältnisse wiederkehren. Ich erinnere z. B. an die *Coleosporium-* und manche *Melampsora*-Arten, deren Aecidiosporen, Uredosporen und Sporidien aller Wahrscheinlichkeit nach eine grosse Verbreitung in der Luft haben werden, an die gelegentlich beobachteten Aecidienepidemien auf *Ribes Grossularia,* die auf gewaltige Mengen in der Luft suspendierter Sporidien schliessen lassen usw. Diese und ähnliche Epidemien sind durch Infektion zu erklären; die Bedingungen im einzelnen festzustellen, bedarf jedoch wohl noch mancher Forschung.

VIII. Die vermeintliche Übertragung der Rostkrankheiten mittels der Samen und die „Mycoplasma"-Hypothese.

Die im voraufgehenden Abschnitte näher besprochenen, in bezug auf das Verständnis des Auftretens der Getreideroste vorhandenen Schwierigkeiten haben Eriksson (Compt. rend. 1. mars 1897; Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 183 etc.) veranlasst, an Stelle der Entstehung der Rostkrankheit durch Infektion, der er nur geringe Bedeutung beilegt, die Übertragung derselben durch einen „inneren Krankheitskeim", den er sich bei den Getreiderosten speziell als bereits im Samenkorn enthalten denkt, anzunehmen.

Ausser den erwähnten Schwierigkeiten sind es besonders folgende Beobachtungen, auf die Eriksson seine Meinung stützt (Bot. Centralbl. 72. 1897). Bei der Aussaat gewisser Getreidesorten treten — nach Eriksson — mit grosser Regelmässigkeit bestimmte Rostpilze auf, und zwar unabhängig von der Zeit, in welcher die Aussaat stattfand, immer in einem bestimmten zeitlichen Intervall (4–5 Wochen) nach dieser; im Sommer erscheint unter anderem der Rost auf dem Wintergetreide früher als auf dem Sommergetreide. Wenn man ferner Getreide in geschlossenen Räumen, unter Ausschluss jeder Infektion von aussen her, aufzieht, so tritt nach Eriksson's Beobachtungen doch mitunter Rost auf demselben auf, der demgemäss nur auf einen bereits im oder am Samen enthaltenen Keim zurückgeführt werden könnte.

Gegen diese Gründe lässt sich aber mancherlei anführen. Dass die betreffenden Getreidesorten durchaus nicht regelmässig rostig werden, ist von Linhart (Kisértetügyi Közlemények Köt. 1. Füz. 6. 335. Budapest 1898), Zukal (Sitzungsber. K. Akad. Wien. 108. 1899. 556) und mir selbst (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 324; 10. 1900. 77) nachgewiesen worden, und zwar an Samen der Skinless-Gerste, *Hordeum vulgare cornutum*,

die von Eriksson selbst geerntet und als solche bezeichnet worden waren, die sicher rostige Pflanzen liefern würden. Bei meinen Versuchen z. B. wurden die Pflanzen nur dann rostig, wenn sie im Freien wuchsen, und der im ersten Jahre auftretende Rost war gar nicht der erwartete Gelbrost, sondern der Zwergrost. Auch trat der Rost keineswegs in der behaupteten zeitlichen Abhängigkeit von der Aussaat auf; doch selbst wenn dies der Fall gewesen wäre, so könnte es auch die Folge einer in dem betreffenden Entwickelungsstadium besonders hervortretenden Empfänglichkeit der Nährpflanze sein. Was endlich Eriksson's Kulturversuche unter Ausschluss der Infektion betrifft, so ist nach dem kürzlich veröffentlichten genauen Bericht (Ann. sc. nat. 8 s. 15. 1902 [125]ff.) bei weitem die Mehrzahl der Versuchspflanzen rostfrei geblieben; nur auf sehr wenigen trat Rost auf. In einem dieser Fälle waren aber ausser Rostsporen auch Blattläuse (p. 169) eingedrungen, und man konnte die Undichtigkeit nachweisen, durch die es geschehen war. Wie soll man unter diesen Umständen die wenigen übrigbleibenden Versuche als beweisend ansehen? Von Bolley (Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. 4. 1898. 895), Linhart (Kisértetügyi Közlemények Köt. 1. Füz. 6. Budapest 1898. 335), und mir selbst (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 323; 10. 1900. 73) sind diese Versuche wiederholt worden, und alle diese Beobachter stimmen darin überein, dass die Ergebnisse ihrer Versuche gegen Eriksson's Ansicht sprechen. Eriksson sucht freilich diese Einwände durch allerhand Gründe zu entkräften (l. c. 265). Er erklärt die Versuche für mangelhaft, die Schlüsse für voreilig, die Autoren für voreingenommen usw. Es würde nutzlos sein, hier näher darauf einzugehen.

An sich ist natürlich die Frage, ob die Rostpilze mittels der Samen übertragen werden können, durchaus berechtigt, denn für mehrere Pflanzenkrankheiten steht es völlig fest, dass die Samen die Keime enthalten. In den meisten Fällen allerdings haften die Pilzsporen den Samenkörnern nur äusserlich an; sie gelangen mit dem Samen auf den Acker, keimen hier und infizieren dann die jungen Keimlinge. So ist es in dem allbekannten Beispiel der Brandpilze des Getreides, so auch bei dem neuerdings von Bolley (North Dacota Agr. Exp. Stat. Bull. 50. 1901) als *Fusarium Lini* beschriebenen Pilze, der eine als „flax-wilt" bezeichnete Krankheit des Flachses hervorruft. Es gibt aber auch Fälle, wo sich der Pilz im Samenkorn befindet. Das Mycel des seiner systematischen Stellung nach noch unbekannten Pilzes, den Vogl (Zeitschr. f. Nahrungsmitteluntersuch. 13. 1898. 28) in den Samen von *Lolium temulentum* entdeckt, Hanausek und Nestler (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 203 u. 207) näher beschrieben haben, bildet fast einen integrierenden Bestandteil dieser Früchte, und

bei der Keimung dringen, wie Freeman (Proc. Roy. Soc. 71. 1902. 27) neuerdings angibt, Hyphen nach dem Vegetationspunkte des Embryos vor, sodass die junge Pflanze von Anfang an den Pilz enthält.

Für die Rostpilze ist die Frage, ob sie durch die Samen übertragen werden können, auch von anderer Seite bereits vor Eriksson gestellt und auf Grund mehr oder weniger kritisch gedeuteter Beobachtungen im bejahenden Sinne beantwortet worden. W. G. Smith, ein hartnäckiger Gegner der Lehre von der Heteröcie (vgl. *Pucc. graminis* im speziellen Teile) hält die Ergebnisse der Kulturversuche für trügerisch, weil in dem Samen bereits Pilzmycel vorhanden sein könne; er stellt das Vorkommen von Aecidien an und in Früchten und das Vorkommen von Teleutosporen in Getreidekörnern fest (Gard. Chron. 25. 1886. 309). Schon früher (Gard. Chron. 21. 1884. 120) hatte er versucht, ein Vorkommen von *Puccinia Dianthi* DC. auf Nelkenpflänzchen, die aus japanischem Samen erzogen waren und gleich nach dem Aufgehen im Gewächshause von dem Pilze ergriffen wurden, durch das giftige Plasma des Pilzes, womit die Samen durchtränkt wären, zu erklären, und dieselbe Ansicht auch auf die Getreideroste übertragen („the seeds were probably saturated with the disease plasma of the fungus“; „nearly every grain of corn being probably saturated with the poisonous plasma of corn mildew“).

Auch andere Beobachter nehmen Übertragung des Rosts mittels der Aussaat an, ohne so phantastische Anschauungen daran zu knüpfen. Nach dem Referat über Schöyen's Artikel „Rust paa Stokroser“ (Norsk Havetidende 1896) in Just's Botan. Jahresbericht soll *Puccinia Malvacearum* „nachweisbar(!) mit Samen der Stockrose aus dem Auslande importiert“ werden. Nach *Mc Alpine* (Dep. of Agric. Victoria 1894) sollen Rostsporen an dem behaarten Ende der Getreidekörner haften können.

Auch Beobachtungen über das Auftreten von Rost werden berichtet, die anscheinend durch die Rostübertragung mittels der Aussaat ihre einfachste Erklärung finden würden. So berichtet z. B. F. Körnicke (Nat. Ver. preuss. Rheinl. u. Westf. 31. 1874. 84; Hedwigia 1877), dass ein Beet Flachs aus Samen von Kopenhagen stark von *Melampsora Lini* ergriffen war, während kein anderes Beet in demselben Garten den Pilz zeigte, und dass später Samen aus derselben Quelle sich ebenso verhalten hätten. Ferner teilt M. C. Cooke (Essex Naturalist 6. 1892. 21) eine derartige Erfahrung mit. Zwei bis drei Reihen Sellerie in einem Garten waren völlig gesund; diese stammten aus selbstgezogenem Samen. Daneben waren 1—2 Reihen sehr stark von *Puccinia Apii* befallen. Diese stammten von Samen, den ein Freund überlassen hatte, und es fand sich, dass die

aus gleichem Samen gezogenen Selleriepflanzen im Garten des Freundes gleichfalls stark von dem Pilze befallen waren.

Ich selbst habe die Frage nach der Übertragung des Rosts durch die Samen einmal in bezug auf *Coleosporium Euphrasiae* aufgeworfen (Klebahn, Kult. I. 262 [2]), weil ich *Alectorolophus* bei Bremen fast stets mit diesem Pilze behaftet fand, habe dieselbe dann aber wieder aufgegeben, als ich den Zusammenhang dieses Pilzes mit den weit fliegenden Kiefernnadelrostsporen erkannte. Ich erwähne dies hier, um zu zeigen, dass ich nicht von vornherein gegen die Theorie eingenommen bin.

Das Vorkommen von Rostsporenlagern (Gelbrost) auf Weizenkörnern ist auch von Eriksson (Getreideroste 199) beobachtet worden. Aber diese Beobachtung nützt nichts zur Klärung der Frage. Erstens ist dieses Vorkommen so selten, dass es keine praktische Bedeutung hat. Zweitens ist das Eindringen der Keimschläuche der auf den Samen befindlichen Sporen in die Pflanzen keineswegs bewiesen, und drittens, selbst wenn es gelungen wäre, im Gewebe des Keimlings Rostpilzmycel nachzuweisen, so blieben für das Verständnis des Auftretens der Rostkrankheit noch Schwierigkeiten, die viel grösser sind als diejenigen, welche in bezug auf die Infektionstheorie vorliegen, nämlich die beiden Fragen, wie der Pilz, ohne dass Spuren von ihm zurückbleiben, aus dem Samen in die Blätter oder an diejenigen Stellen gelangt, wo er später in Gestalt von isolierten Rostlagern hervorbricht, und warum derselbe auf diesem Wege, obgleich er es in jedem oberirdischen Pflanzenteil vermag, sein Vermögen, Sporen zu bilden und die Pflanze zu schädigen, nicht ausübt.

Freilich denkt Eriksson weder an ein in den Samen enthaltenes Mycel noch an eine Infektion mittels der auf den Samen vorhandenen Sporen, sondern er behauptet, eine innige Mischung des Pilzplasmas mit dem Plasma des Wirts, die er „Mycoplasma“ nennt, sei in den Pflanzenzellen enthalten; unter bestimmten äusseren Einflüssen löse sich die Verbindung, das abgesonderte Pilzplasma bilde zunächst eigentümliche längliche, meistens schwach gebogene, frei in den Zellen schwimmende plasmatische Körperchen, und aus diesen wüchsen dann die Hyphen hervor. Über diese schon an sich ganz unglaubliche, durch keine Beobachtungstatsache gestützte und sich kühn über die Ergebnisse der Zellen- und Gewebelehre hinwegsetzende Hypothese, die übrigens in den oben erwähnten Meinungen W. G. Smith's einen merkwürdigen Vorläufer hat, spricht aber Eriksson in seiner letzten Publikation (Ann. sc. nat. 15. 1902. [194]), allerdings unfreiwillig, selbst das Urteil, indem er zugibt, dass die Reste der erwähnten „Körperchen“ diejenigen Gebilde seien, die an zahlreichen schmarotzenden Pilzmycelien unter dem Namen Haustorien lange bekannt

und entwickelungsgeschichtlich untersucht sind. Ich habe bereits 1900 (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 89) auf die Ähnlichkeit der „eigentümlichen Körperchen“ Erikson's mit Haustorien hingewiesen, hielt es aber nicht für möglich, dass Eriksson die Haustorien so falsch gedeutet haben sollte. Man sehe auch meine Besprechung der letzten Arbeit Eriksson's in Bot. Zeit. 1903. 43. Kürzlich hat nun noch Marshall Ward, der Eriksson's Theorie schon früher (Ann. of Bot. 16. 1902. 237) zwar rücksichtsvoll, aber sehr bestimmt ablehnte, eingehende Untersuchungen über die Infektion und die Entstehung der Haustorien angestellt, nach denen er (Proceed. Roy. Soc. 71. 1903. 353) die beiden Urteile ausspricht, dass die „eigentümlichen Körperchen“ die abgeschnittenen Haustorien des Pilzes seien, und dass Eriksson die Folge der Entwickelung geradezu auf den Kopf gestellt habe.

Es erscheint daher überflüssig, weitere Worte über das Mycoplasma zu verlieren. Nur mag noch erwähnt sein, dass die Vergleichung mit *Rozella* und *Woronina*, auf deren Verhalten Eriksson sich beruft, keineswegs passt. Es handelt sich bei diesen Organismen offenbar um ein Aufzehren des Wirtsplasmas durch das Schmarotzerplasma, nicht um eine innige Mischung. Zudem sind die cytologischen Verhältnisse keineswegs genügend erforscht, über das Verhalten der Zellkerne weiss man gar nichts, so dass man schon aus diesem Grunde vermeiden sollte, diese wenig genau gekannten Organismen zu Analogieschlüssen heranzuziehen.

IX. Standorte und Wanderungen der Rostpilze.

Im Anschluss an die im voraufgehenden besprochenen Bedingungen der Erhaltung und der Ausbreitung der Rostpilze mögen noch zwei Verhältnisse erwähnt werden, die damit in Zusammenhang stehen, nämlich die Innehaltung gewisser Standorte von Seiten der Rostpilze und die Einwanderung derselben in neue Gebiete.

Wer regelmässig Rostpilze sammelt, wird auch die Erfahrung gemacht haben, dass man gewisse Rostpilze ziemlich regelmässig alljährlich an derselben Stelle wieder antrifft. Diese Beobachtung hat nichts auffälliges, wenn es sich dabei um Rostpilze handelt, deren Mycel in der Nährpflanze perenniert, oder um solche, die in der Uredogeneration überwintern, oder um nicht heteröcische Rostpilze, die ihre ganze Entwickelung auf einer Pflanze durchlaufen und sich daher erhalten können, wenn die Nährpflanze erhalten bleibt. Auch für das Wiederauftreten wirtswechselnder Rostpilze ist in manchen Fällen die Erklärung leicht gegeben, nämlich

dann, wenn beide Wirte des Pilzes an demselben vielleicht eng begrenzten Standorte beisammen wachsen (Pilze im Moor, an Sumpfrändern oder dergleichen), oder auch wenn der Pilz so verbreitet ist, dass man ihn überhaupt ziemlich überall auf der betreffenden Nährpflanze antrifft (*Melampsora Larici-Tremulae*). Der letztgenannte Fall gehört jedoch eigentlich nicht hierher. Man beobachtet aber auch die eine Generation wirtswechselnder Pilze, die nicht perennieren und nicht so häufig sind, oft jahrelang an derselben Stelle, ohne dass die andere Generation in nächster Nähe vorhanden ist. In solchen Fällen bleibt einstweilen nichts übrig als anzunehmen, dass in den betreffenden Jahren die klimatischen Bedingungen für die Ausbreitung der Sporen im wesentlichen die gleichen waren, obgleich es nicht immer leicht zu verstehen ist, wie die Sporen ihren Weg gemacht haben. Erwähnt wurde schon oben (Kap. VI) ein Beispiel des Vorkommens von *Melampsora Larici-populina* auf *Populus canadensis* in zwei aufeinander folgenden Jahren und des plötzlichen vollständigen Ausbleibens des Pilzes in den drei folgenden Jahren. In diesem Falle waren $^3/_4$ Kilometer entfernt in einigen Privatbesitzungen vielleicht einige Lärchen vorhanden, andere sicher erst in 2 Kilometer Entfernung. Da von anderen Gründen abgesehen das vollständige Verschwinden des Pilzes für strenge Einjährigkeit seines Mycels spricht, so müssen in diesem Falle die Sporen des in betracht kommenden *Caeoma Laricis* oder Uredosporen jedenfalls zwei Jahre nacheinander (1897 und 1898) in derselben Weise zu den Pappeln befördert worden sein. Natürlich bleibt die Frage berechtigt, ob der Pilz nicht doch noch eine unbekannte Weise, sich zu erhalten, besitzt, die vielleicht nicht von regelmässiger Wirkung ist, ihn aber doch bisweilen aus einem Jahre in das andere erhält, etwa wie das an anderer Stelle erwähnte Vermögen der *Melampsora Allii-Salicis albae*, gelegentlich überwinternde Uredoinfektionen auf der Rinde hervorzurufen.

Eine Reihe von Fällen, die in diesem Zusammenhange von Interesse sein könnten, erwähnt Eriksson (Ann. sc. nat. 8 s. 15. 1902. [201 ff.]); es sind darunter auch Verpflanzungsversuche mit rostkranken Gräsern (vgl. Kap. VI). Da alle diese Beobachtungen angestellt sind, um die Mycoplasmalehre zu stützen und auszubauen, so darf man allerdings nicht erwarten, dass die Möglichkeit anderer Erklärungsversuche der geschilderten Erscheinungen an jener Stelle hervorgehoben sei.

Ein besonders hohes Interesse nimmt die Einwanderung gewisser Pilze in neue ihnen bisher fremde Gebiete in Anspruch. Sie liefert treffliche Stützen für die Wirksamkeit der Sporenverbreitung durch den Wind. Das bekannteste Beispiel ist die nicht heteröcische *Puccinia Malvacearum* Mont., die, ursprünglich in Chile heimisch, übrigens auch in

Australien beobachtet (1865, Plowright, Brit. Ured. 213), 1873 plötzlich in Europa auftauchte und sich seitdem über den ganzen Erdteil verbreitet hat. Eine Zusammenstellung dessen, was bis dahin über die Einwanderung der *P. Malvacearum* bekannt geworden war, sowie der in betracht kommenden Literatur, gibt E. Ihne in den Berichten d. Oberhess. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde Giessen 1877. 49. Der Pilz wurde danach zuerst in Spanien gefunden (1869), dann in Frankreich (1872), England, Süddeutschland (1873), Norddeutschland, Italien (1874), Österreich und Ungarn (1876), Griechenland (1877). Für Schweden (Stockholm) gibt ihn Eriksson (Bot. Centr. 31. 389) 1887 an, für Finland Hisinger 1890 (Soc. faun. flor. fenn. 16. 1891). Auch nach Nordamerika ist der Pilz eingewandert; 1885 bezeichnet ihn Arthur (Science Jan. 2. 1885) noch als fehlend, 1886 berichtet Farlow (Bot. Gaz. 11. 1886. 309) über sein Auftreten in Massachusets.

Unter den bei uns eingewanderten heteröcischen Rostpilzen ist in erster Linie der Weymouthskiefern- und Johannisbeerrost, *Cronartium Ribicola* Dietr. zu nennen. Die Weymouthskiefer ist in Nordamerika heimisch, *Cronartium Ribicola* ist aber bisher weder als Aecidium (*Peridermium Strobi* Kleb.), noch in der Uredo- und Teleutosporengeneration in Nordamerika beobachtet worden (Farlow and Seymour, Hostindex 42, 162, 200). Daher muss die ältere, schon von de Bary (Bot. Zeit. 1873. 431) ausgesprochene und dann namentlich von Magnus (Hedwigia 1873. 52; Sitzungsb. Bot. Ver. Prov. Brand. 16. 1874. 58) vertretene Ansicht, dass der Pilz aus Nordamerika stamme, falsch sein. Es wies aber schon Schroeter (Hedwigia 1875) darauf hin, dass *Cronartium Ribicola* im Innern Russlands gefunden und daher dort wohl einheimisch sei, da man diesen Pilz in Amerika nicht kenne, und Sorokin (Hedwigia 1876. 84) gibt ihn bald darauf für den Ural und für Kazan an. Durch die Auffindung des *Peridermium Strobi* auf *Pinus Cembra* erhielt diese Ansicht weitere Stützen. Ich hatte schon 1890 (Deutsch. Bot. Ges. 8. (64) und (70)) Gelegenheit, an einem von M. Tursky in der russischen Provinz Tula auf *P. Cembra* gesammelten Pilze festzustellen, dass seine Sporen vollkommen mit den sehr charakteristischen des *Perid. Strobi* übereinstimmen, und knüpfte daran die Vermutung, dass *Cronartium Ribicola* im östlichen Europa oder in Asien heimisch und *Pinus Cembra* der ursprüngliche Aecidienwirt sei. Dieser Ansicht hat sich dann Magnus in mehreren Artikeln (Gartenflora 1891. Heft 17; Naturw. Rundschau 6. 1891. 477) angeschlossen. Inzwischen hat Tranzschel (Sitzungsb. St. Petersburg. Naturf. Ges. 21. 1894. 22, nach Magnus Notizbl. K. bot. Garten u. Mus. Berlin Nr. 29. 1902. 183) durch einen Aussaatversuch

bewiesen, dass das *Peridermium* von *Pinus Cembra* auf *Ribes*-Arten *Cronartium Ribicola* hervorbringt. Auffällig erscheint nur der Umstand, dass *Pinus Cembra* bei uns noch niemals von *Perid. Strobi* befallen gefunden worden ist, auch da nicht, wo sie gemeinsam mit *Pinus Strobus* kultiviert wird, während *P. Strobus* von dem Pilze sehr leidet und einmal auch *P. Lambertiana* befallen gefunden wurde. Doch lässt sich dies vielleicht dadurch erklären, dass *Pinus Cembra* gegen den in ihrer Heimat auf ihr verbreiteten Pilz verhältnismässig widerstandsfähig ist, ähnlich wie bei uns *Pinus silvestris* gegen *Peridermium Pini* (Willd.) Kleb., das immer nur vereinzelt und auf einem verschwindend kleinen Bruchteil der Bäume auftritt. Dagegen hätte P. Strobi in *Pinus Strobus* ein wenig resistentes Substrat gefunden und sich auf diesem zu einem verheerenden Feinde entwickelt. Es könnte noch hinzukommen, dass damit zugleich die Fähigkeit, den ursprünglichen Wirt zu befallen, vielleicht teilweise verloren gegangen wäre.

Cronartium Ribicola wurde zuerst von Dietrich (Archiv f. d. Naturk. Liv.-, Esth.- u. Kurlands 2, 1. 1859. 287. Vorgelegt im Jan. 1855) in den Ostseeprovinzen aufgefunden und 1855 beschrieben. In derselben Publikation und auf derselben Seite gibt Dietrich auch das Vorkommen des *Peridermium (Pini a corticola)* auf *Pinus Strobus* für dieselben Gegenden an. Dies ist einstweilen das erste nachweisbare Auftreten des Pilzes der Weymouthskiefer. Für die Jahre 1869—75 berichtet Hisinger (Bot. Notiser 1876. 75) über ein epidemisches Auftreten des Peridermiums auf der Weymouthskiefer in Finland. Karsten gibt bald darauf das *Cronartium* und das *Peridermium* für Finland an (siehe Gobi, Rostpilze des Gouv. St. Petersburg 1891. 35). Aber schon 1871 fand Rostrup (nach de Bary, Bot. Zeitg. 1875. 119) *Cronartium Ribicola* in Dänemark, und 1872 wurde das *Cronartium* gleichzeitig bei Kiel und bei Stralsund zuerst in Deutschland bemerkt (Magnus, Hedwigia 1873. 52; Sitzungsber. Ges. natf. Freunde 1873. 16. Dez., s. Bot. Ztg. 1874. 329; Sitzungsber. Bot. Ver. Prov. Brand. 16. 1874. Jan. 30. 57). Dass das *Cronartium* wirklich eingewandert und nicht bloss früher übersehen sei, glaubt Magnus als sicher annehmen zu dürfen, da die älteren Beobachter sorgfältig auf die Sträuche geachtet hätten (Bot. V. Prov. Br. 16. 1874. 58). Gegenwärtig ist der Pilz aus den meisten Ländern Europas bekannt, wie die nachfolgenden Angaben zeigen; die Geschichte seiner Wanderung ist aber noch nicht verfolgt worden, und es wäre daher wünschenswert, Daten über sein erstes Auftreten in den einzelnen Ländern zu sammeln.

Belgien: Nypels, Bull. Soc. centr. forest. de Belgique 1900. 577. *Cronartium* seit 1898, *Peridermium* mindestens seit 1894 beobachtet.

Dänemark: Erste Beobachtung des *Cronartium* 1871, siehe oben. Das *Peridermium* fand Rostrup 1877, Tidsskr. f. Skovbrug 6. 1883. 207.

Deutschland: Erste Beobachtung des *Cronartium* 1872, siehe oben. Erstes Auftreten des *Peridermium* noch nicht festgestellt.

England: Plowright, Gard. Chron. 12. 1892. 137. Erste Beobachtung des *Cronartium* in England; das *Peridermium* ist schon seit einiger Zeit bekannt.

Frankreich: Poirault, Journ. de Bot. 1890 Sep. p. 9 u. 20.

Niederlande: Oudemans, Révision des Champignons etc. I, 511. *Peridermium* und *Cronartium*, letzteres 1882 von J. H. Wakker in Baarn entdeckt.

Norwegen: Blytt, Christiania Vid.-Selsk. Forh. 1896 Nr. 6. 70. *Cronartium* und *Peridermium*.

Österreich: v. Wettstein, Sitzungsber. Zool.-bot. Ges. Wien. 40. 1890. 44. — Böhmen, Bubák, Verh. Zool.-bot. Ges. Wien 1897.

Russland: Ostseeprovinzen, erste Beobachtung 1855, Dietrich; Finland, Hisinger 1869; Ural, Sorokin 1876 etc., siehe oben. Siehe ferner Gobi, Die Rostpilze des Gouv. St. Petersburg etc. 1891, 99 u. 100. *Peridermium* auf *Pinus Strobus* und *Cronartium* im Gouvernement St. Petersburg. 1888.

Schweden: Nordstedt, Bot. Notiser 1888. 236. *Peridermium* und *Cronartium*. Eriksson (Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. 2. 1896. 380 u. 383) meint, dass *Cron. Ribicola* seit 25 Jahren in Schweden vorhanden gewesen sei, während *Pinus Strobus* erst in neuerer Zeit (Anf. der 80er Jahre) befallen beobachtet wurde(?).

Schweiz: Ed. Fischer, Bull. Herb. Boiss. 6. 1898. 16. *Cronartium*. Ed. Fischer, Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1900. (4). *Peridermium* noch nicht gefunden.

Es fehlen noch Angaben namentlich über die drei südlichen Halbinseln Europas.

Die grosse Verbreitung, die *Cronartium Ribicola* und das zugehörige *Peridermium Strobi* erlangt haben, hängt teilweise unstreitig mit der Häufigkeit der wilden und der kultivierten *Ribes*-Arten und mit der grossen Verbreitungsfähigkeit der Aecidiosporen zusammen, die von einer infizierten Kiefer aus auf weite Entfernungen hin die Infektion der *Ribes*-Arten ermöglicht. Andererseits aber ist die Ausbreitung ohne Zweifel auch durch den Versand der jungen Weymouthskiefern gefördert worden, denn da die Inkubationsdauer des Pilzes auf der Kiefer mindestens zwei Jahre, wenn nicht mehr, beträgt, so tragen anscheinend völlig gesunde Bäumchen bereits den Keim der Krankheit verborgen in sich. Es ist mir mehrfach

begegnet, dass anscheinend gesund aus Baumschulen erhaltene Weymouthskiefern, nachdem ich sie einige Zeit kultiviert hatte, plötzlich Spermogonien oder selbst Aecidien des *Peridermium Strobi* zeigten.

Auch die Lärche ist, ähnlich der Weymouthskiefer, erst durch Anpflanzung über einen grösseren Teil Europas, speziell über Deutschland verbreitet worden. Nach Hartig (Untersuch. forstbot. Inst. München 1880. 63) haben die ersten Anpflanzungen in Deutschland im ersten Decennium des 19. Jahrhunderts stattgefunden. Selbstverständlich sind die Schmarotzerpilze der Lärche erst nach der Anpflanzung derselben oder frühestens gleichzeitig damit in das neue Gebiet eingezogen. In der Mitte des Jahrhunderts war die Lärche über ganz Deutschland von den Alpen bis nach Rügen verbreitet und gedieh anfangs überall gut, bis die durch *Dasyscypha Willkommii* verursachten Schädigungen nach und nach an vielen Stellen das Gedeihen störten (Hartig l. c.). Was die Rostpilze der Lärche betrifft, so sind diese, weil sie unscheinbar sind und keinen erheblichen Schaden tun, erst spät beachtet worden. *Caeoma Laricis* wurde 1854 von Westendorp (Bull. Ac. Roy. Belg. 21) zuerst beschrieben, und zwar in Belgien, also ausserhalb der Heimat der Lärche. Rees (Abh. naturf. Ges. Halle 11. 1869) erwähnt dasselbe noch nicht unter den Rostpilzformen der deutschen Koniferen. Noch 1880 bezeichnet Frank (Krankh. d. Pfl. 1880. 496) *Caeoma Laricis* als einen erst in jüngster Zeit bekannt gewordenen Pilz und macht auf die Beobachtung desselben durch Hartig 1873 und eine eigene Beobachtung desselben bei Leipzig 1874 aufmerksam. Rostrup erwähnt *Caeoma Laricis* zuerst 1883 (1881 gefunden, Tidsskr. f. Skovbrug 6. 220). *Aecidium Laricis* Kleb. wurde erst 1898 als selbständige Form erkannt.

Es knüpft sich nun eine Frage von sehr grossem Interesse hieran, nämlich die, ob die verschiedenen mit *Caeoma Laricis* in Verbindung stehenden *Melampsora*-Arten, sowie das zu *Aecidium Laricis* gehörende *Melampsoridium betulinum* auch erst mit der Kultur der Lärche in die betreffenden Gegenden eingedrungen sind, in denen sie jetzt zum Teil eine ausserordentlich grosse Verbreitung haben, oder ob sie schon vorher, sich ohne das Aecidium erhaltend oder durch den Wind weither getragen, daselbst gelebt haben. Eine Überwinterung dieser Pilze durch Mycel oder Uredosporen ist, wie an anderer Stelle (Kap. VI) ausführlicher besprochen wurde, wenig wahrscheinlich und jedenfalls nicht erwiesen. Die Beantwortung dieser Fragen stösst aber auf sehr grosse, wenn nicht auf unüberwindbare Schwierigkeiten. Denn einerseits müssten die entscheidenden Beobachtungen der betreffenden *Melampsora*-Arten sehr weit zurück liegen; die älteren Beobachter konnten aber die biologischen Arten noch nicht

unterscheiden, und sie haben selbst die morphologischen nicht immer unterschieden. Andererseits würden selbst etwa erhaltene Exsikkaten aus genügend alter Zeit wegen der Übereinstimmung der biologischen Arten nicht immer sicher bestimmbar sein.

Schwierigkeiten dieser Art bietet z. B. *Melampsora Larici-Tremulae*. Die Uredo- und Teleutosporen dieses Pilzes stimmen morphologisch fast vollkommen mit denen von *Mel. Rostrupii (Mercuriali-Tremulae), M. pinitorqua* und *M. Magnusiana (Chelidonii-Tremulae)* überein, die alle drei, nach den Nährpflanzen zu schliessen, in Norddeutschland einheimisch sind. Man hat zwar *Uredo aecidioides,* die zuerst 1805 von de Candolle (Flore de France 236) beschrieben wird, mit dem jetzt als *Mel. Rostrupii* bezeichneten Pilze identifiziert, aber ohne genügenden Grund; ein scheinbar aecidienartiger Charakter der Uredolager ist bei keiner der genannten Formen vorhanden und auch bei keiner derselben mehr als bei den anderen angedeutet. Die Frage, ob *Mel. Larici-Tremulae* vor der Kultur der Lärche in Norddeutschland heimisch war, wird sich also schwerlich entscheiden lassen. Dass sich dieser Pilz erst seit der Kultur der Lärche durch Wechsel des Caeomawirtes aus einem der anderen oben genannten Pilze gebildet hätte, liesse sich vielleicht einmal als Hypothese aussprechen, doch würde man wohl nicht leicht Stützen für diesen Gedanken finden können. Wir kommen unten in anderem Zusammenhange auf die Möglichkeit einer derartigen Hypothese noch einmal zurück (Kap. XVI).

Geeigneter zur Entscheidung der oben gestellten Frage, ob die wirtswechselnden Schmarotzer der Lärche erst mit der Kultur dieses Baumes in das nördliche Deutschland eingewandert sind, dürften einige andere dieser Pilze sein.

Am geeignetsten wäre jedenfalls *Melampsoridium betulinum,* weil auf der Birke — bis jetzt wenigstens — nur dieser eine Rostpilz, der mit *Aecidium Laricis* in Verbindung steht, bekannt geworden ist. Derselbe ist zuerst in Persoon's Synopsis 1797, 219 als *Uredo populina* var. *betulina* beschrieben. Man müsste festzustellen suchen, ob unter den Fundorten der ältesten Beschreibungen und Exsikkaten solche aus Norddeutschland aus der Zeit vor der Einführung der Lärche vorhanden sind.

Melampsora Larici-populina würde an Teleutosporenexsikkaten ebenfalls leicht bestimmbar sein, während die Uredosporen von denen der *M. Allii-populina* sich nicht unterscheiden. Mit den Angaben in der Literatur ist nicht viel anzufangen, weil die Beobachter meist die genannten beiden Arten verwechelt oder vermischt haben. Die Angabe von Jacquin (Collect. ad botanic. 5. 1796) über *Lycoperdon populneum*,

die übrigens, weil wahrscheinlich auf südliches Material bezüglich, auch nichts entscheiden würde, konnte ich nicht vergleichen. Der Pilz, den Persoon (Observ. mycol. 2. 1796. 25) als *Sclerotium populorum* beschreibt, scheint *Mel. Allii-populina* gewesen zu sein. Die späteren Autoren vereinigen meist die Pilze mit Teleutosporen auf Ober- oder Unterseite der Blätter und selbst die auf *Populus nigra* und *P. tremula*. Man könnte also wahrscheinlich nur mit Hilfe von Exsikkaten zur Lösung der gestellten Frage beitragen, und es fragt sich, ob geeignete aufzufinden sind.

Melampsora Larici-Capraearum ist ebenfalls in der Teleutosporengeneration leicht kenntlich, stimmt aber wahrscheinlich mit *Mel. Abieti-Capraearum* (v. Tubeuf) überein. Doch würden Funde aus Norddeutschland, wo *Abies* fehlt, für *M. Larici-Capraearum* sprechen. Exsikkaten könnten die Frage entscheiden; in der Literatur sind die Teleutosporen selten und ungenau beschrieben, die Uredosporen (*Uredo farinosa* Pers. pro parte) sind nicht genügend von denen anderer Arten verschieden.

Melampsora Larici-Pentandrae dürfte nach Exsikkaten bestimmbar sein, ist aber *Mel. Amygdalinae* sehr ähnlich. Die älteren Beschreibungen lassen hier völlig im Stiche.

Melampsora Larici-epitea ist nur in der Teleutosporenform und nur auf *Salix viminalis* leicht kenntlich, in den Formen auf *Salix aurita, cinerea* etc. dagegen von *Mel. Evonymi-Capraearum* und *Ribesii-Auritae* nicht unterscheidbar. Die erste Erwähnung von *M. epitea* bezieht sich auf die Uredo und ist daher nicht genauer bestimmbar (*M. epitea* Kze. in Kunze u. Schmidt, Mycol. Hefte 1. 1817. 68).

Diese Andeutungen mögen genügen, um die Schwierigkeit der angedeuteten Frage zu zeigen. Es gibt aber noch eine Möglichkeit, die Angelegenheit von einer anderen Seite zu beleuchten. Wenn man feststellen könnte, dass die genannten Pilze alle oder teilweise in Gebieten vorkommen, wo die Lärche weder wild noch angepflanzt wächst, so würde dies für die Entbehrlichkeit des Wirtswechsels und für die Möglichkeit sprechen, dass die betreffenden Uredo- und Teleutosporen auch in Norddeutschland schon vor der Einführung der Lärche gelebt hätten.

Zum Schluss mögen noch einige Beispiele nicht heteröcischer Pilze, die als wandernd bezeichnet worden sind, kurz erwähnt sein.

Uromyces Euphorbiae Cooke et Peck ist nach Magnus (Österr. bot. Zeitschr. 1895 Nr. 1) mit einer neuen Einwanderung der *Euphorbia Preslii* Guss. aus Amerika in Oberitalien eingewandert.

Puccinia Chrysanthemi Roze ist nach Jacky (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 132) vielleicht in Japan heimisch, wahrscheinlich 1895 zuerst in England, 1897 in Frankreich und etwa um dieselbe Zeit auch

in Deutschland und Dänemark aufgetreten. Nach Arthur (Bull. 85. Indiana Agr. Exp. Stat. 1900) ist dieser Pilz auch nach Amerika verschleppt worden. Er geht aber nicht auf andere Wirte über. Die Verbreitung dürfte mit dem Handel erfolgen.

Puccinia Asparagi DC. ist nach Arthur (13. Ann. Report Ind. Agr. Exp. Stat. for 1899—1900. p. 10) aus Europa nach Nordamerika eingewandert. Der Pilz zeigte sich zuerst 1896 in New Jersey, dann in Massachusets, neuerdings in Indiana. Die Uredosporen verbreiten ihn rasch.

X. Untersuchungsmethoden.

a) Kulturversuche.

Für das Studium der wirtswechselnden Rostpilze ist die künstliche Kultur das wichtigste Hilfsmittel. Im Folgenden sollen die Methoden, die sich bei meinen Versuchen bewährt haben, unter Berücksichtigung der von anderen Experimentatoren angewandten Verfahren, kurz besprochen werden.

Die Versuchspflanzen werden am besten in Blumentöpfen von angemessener Grösse kultiviert. Ich habe bisher alle Pflanzen, deren ich zu Versuchen bedurfte, in Töpfen halten können, wenigstens so lange, wie es nötig war. Sumpfpflanzen, wie *Hippuris,* kann man mit dem Topf in einen grösseren Behälter mit Wasser setzen. Schwierigkeiten machten nur wenige Pflanzen, z. B. *Melampyrum pratense* und *Pedicularis palustris,* die ich nicht aus Samen erziehen konnte, und die nicht immer gut weiter wachsen, wenn man sie draussen in jugendlichem Zustande ausgräbt und in Töpfe pflanzt. *Alectorolophus*-Arten erhält man dagegen leicht aus Samen, wenn man diese auf einem in den Topf gesteckten Rasenstück überwintern lässt. Durch Überwintern der ausgesäten Samen gelang es mir auch, *Linum catharticum* zu erziehen. Von Bäumen und Gesträuchen muss man sich kleine Exemplare, 30—40 cm über dem Boden hoch, verschaffen und dieselben im Herbst oder zu Ende des Winters in Töpfe setzen. Abgeschnittene Zweige lassen sich nur ausnahmsweise verwenden. Ebenso habe ich nur im Notfalle Versuche auf im Freien wachsenden Pflanzen gemacht; es ist weniger bequem und namentlich der Erfolg weniger sicher.

Unter Umständen empfiehlt es sich, statt ausgewachsener Pflanzen Keimpflanzen zu verwenden. Dies hat verschiedene Vorteile, denn erstens sind die Keimpflanzen sicher rostfrei (vgl. Kap. VIII), zweitens kommt man mit kleineren Geräten aus, und drittens kann man mit grösserer Sicherheit das Eindringen fremder Keime verhüten. Doch eignen sich

Keimpflanzen meistens nicht, wenn es sich darum handelt, reife Teleutosporen heranzuziehen. Marshall Ward hat sich der Keimpflanzen bei seinen Untersuchungen über die *Bromus-Puccinia* bedient (Ann. of Bot. 16. 1902. 233).

Das notwendigste Hilfsmittel für die Versuche sind Glasglocken von genügender Grösse. Für die kleinsten Pflanzen genügen grosse Käseglocken. In der Regel sind grössere nötig, die grössten, die ich verwende, haben eine Weite von 35 cm und eine innere Höhe von 55 cm. Um eine grössere Höhe zu erreichen, habe ich mitunter noch untergesetzte Tonringe zu Hilfe genommen. Sind die Pflanzen so hoch, dass es unmöglich ist, entsprechende Glocken zu bekommen, so bringt man nur einen Teil der Pflanze in die Glocke, die man auf einem besonderen Gerüst aufstellt, und schliesst die untere Öffnung der Glocke in geeigneter Weise ab.

In neuerer Zeit sind für die Ausführung von Kulturversuchen besondere Infektionshäuser gebaut worden, die eine grosse Zahl von getrennten Abteilungen haben, z. B. von Eriksson bei Stockholm (Getreideroste 373), von der Biologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes zu Dahlem bei Berlin (vgl. Beschreibung von v. Tubeuf, Arb. Biolog. Abt. K.G.A. 2. 1901. 161). Wer nicht über so reiche Hilfsmittel verfügt, muss sich behelfen, so gut er kann. Mir standen in den letzten Jahren genügende Plätze in dem durch eine Wand in zwei Abteilungen getrennten Kalthause des Botanischen Gartens zu Hamburg zur Verfügung. Im Bedarfsfalle konnten auch andere Gewächshäuser mit benutzt werden, die allerdings meistens etwas zu warm waren und daher nur vorübergehend in Anspruch genommen wurden. In früheren Jahren habe ich die Versuche sogar zum Teil im Freien gemacht, in einem durch Wände geschützten, windstillen und schattigen Winkel eines Gartens, und zum Teil auch im Wohnhause. Was die Wahl des Platzes betrifft, so ist bei längerer Dauer des Versuchs auf genügendes Licht zu sehen. Dagegen ist es notwendig, die Einwirkung direkten Sonnenlichts durch geeignete Schattierung auszuschliessen, da zu grosse Wärme den Kulturen schädlich zu sein scheint (vgl. auch Marshall Ward, Ann. of Bot. 16. 291).

1. Aussaaten mit überwinternden Teleutosporen.

Das Einsammeln überwinternder Teleutosporen geschieht am bequemsten im Oktober oder November, kann aber auch jederzeit später geschehen, bis zum Beginn des Frühjahrs. Frühreifende Sporen können eventuell auch etwas früher gesammelt werden. Man wählt tunlichst nur solche Pflanzenteile aus, die möglichst reichlich mit Sporen besetzt sind.

Wenn die im Herbst gesammelten Sporen im Frühjahr keimfähig sein sollen, müssen sie unter möglichst naturgemässen Bedingungen überwintert werden. Im Freien befinden sich die sporentragenden Blätter in der Regel am Erdboden, allen Einwirkungen der Witterung ausgesetzt. Ich habe durch das folgende einfache Verfahren stets gute Erfolge erzielt. Die pilzbedeckten Pflanzenteile, meist sind es Blätter oder auch Halme, kommen in grosse Blumentöpfe, jede Probe mit einer zum Wiedererkennen dienenden Nummer versehen, und nicht zu viele in einen Topf. Die Töpfe werden im Freien auf umgekehrten Blumentöpfen von gleicher Grösse nebeneinander hingestellt. Die umgekehrten Töpfe haben den Zweck, Regenwürmern etc. den Zutritt zu den Blättern zu erschweren. Die ganze Zusammenstellung schützt man durch um dieselbe aufgestellte Bretter (etwa Anordnung in einem Mistbeetkasten) und durch Bedeckung mit einem Drahtnetz oder dergleichen gegen Vögel, Ratten oder das Umgestürztwerden durch den Wind. Alle Pflanzenteile von derberer Beschaffenheit halten sich auf diese Weise sehr gut. Zarte Blätter und solche, die sich leicht zu unentwirrbaren Massen zusammenkräuseln, muss man besonders schützen. Ich habe sie zwischen zwei mit Gaze bespannte Drahtrahmen gebracht und falls nötig sie zuvor mit der sporenfreien Seite nebeneinander auf einen angefeuchteten Papierbogen geklebt. Ed. Fischer (Entw. Untersuch. 1898. 1) empfiehlt das Aufhängen der sporentragenden Blätter im Freien in Gazesäckchen.

Mitte oder Ende März wird das überwinterte Material hereingeholt, in einem kühlen Raume auf Fliesspapier ausgebreitet und langsam an der Luft getrocknet. Die im Botanischen Garten zu Hamburg überwinterten Pilze habe ich wegen des Russes, der sich auf ihnen absetzt, zuvor mit Wasser tüchtig abgewaschen; bei solchen Formen, wo die Sporen sich dabei ablösen können, ist Vorsicht anzuwenden. Die trockenen Sporen werden dann, in Papier eingeschlagen, bis zum Gebrauche trocken aufgehoben; sie bewahren ihre Keimkraft bis etwa in den Juli, mitunter etwas länger.

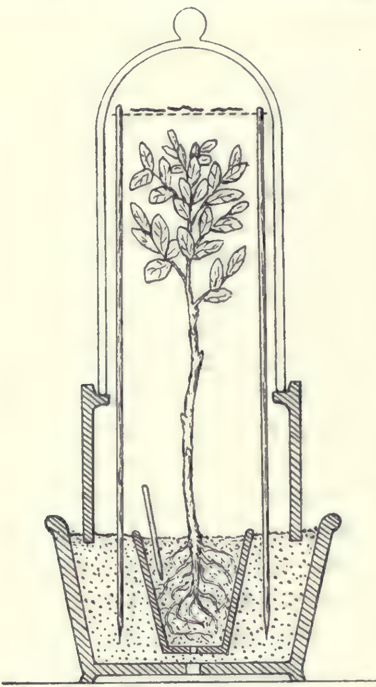
Die Keimung kann in der Regel jederzeit leicht hervorgerufen werden. Man weicht das Material zunächst in Wasser gut ein, wozu meistens eine Stunde ausreicht, breitet es dann, die sporentragende Seite nach oben, auf einer Glasscheibe aus, bespritzt es noch einmal, wenn nötig, mit Wasser, und stellt es dann in eine verschliessbare Glasbüchse ein, in der man durch Eingiessen von Wasser oder Einlegen nassen Löschpapiers für Feuchtbleiben der Luft sorgt. Wenn man diese Vorbereitungen am Nachmittage oder Abend trifft, sind am folgenden Vormittage oder Nachmittage in der Regel schon Sporidien oder wenigstens Promycelien gebildet, die in den meisten Fällen schon mit blossem Auge oder mit der Lupe an dem

sammetartigen grauen oder orangegelben Überzuge auf den Teleutosporen kenntlich sind. In zweifelhaften Fällen muss das Mikroskop zu Hilfe genommen werden.

Die Infektion mittels der Sporidien kann in verschiedener Weise ausgeführt werden. Sind die Blätter der Versuchspflanze mit Wasser benetzbar, und werden die Sporidien in genügender Menge gebildet, so kann man die letzteren durch Abpinseln in wenig Wasser verteilen und dieses mit dem Pinsel auf die Blätter auftragen. Sind die Blätter nicht benetzbar, so kann man das sporidenhaltige Wasser mit einem Zerstäuber, der so beschaffen sein muss, dass er ein sehr kleines Flüssigkeitsquantum zu verstäuben gestattet, aufspritzen. Ich habe allerdings in der Regel und gleichfalls mit gutem Erfolg ein anderes Verfahren angewandt, das bei jeder Blattbeschaffenheit der Versuchspflanze zulässig ist und den Vorzug hat, dass man die Reife der Sporidien nicht abzuwarten braucht. Über der Versuchspflanze wird an ein paar in die Erde gesteckten Holzstäbchen ein über einen Rahmen gespanntes gestricktes Netz, eventuell auch ein Stück Drahtnetz von nicht über 1 cm Maschenweite befestigt. Auf das Netz lege ich das mit Keimen beginnende Aussaatmaterial, die sporidentragende Seite nach unten, entweder über die ganze Pflanze verteilt, oder so, dass die abfallenden Sporidien auf bestimmte Teile der Pflanze fallen müssen. Durch Überlegen nassen Löschpapiers kann man das Infektionsmaterial an seinem Orte festhalten und auch für besseres Feuchtbleiben desselben sorgen. In feuchter Luft unter der Glasglocke geht dann die Keimung ruhig weiter und erreicht manchmal erst einen oder zwei Tage später ihren Höhepunkt, und man ist, wenn man bei der Revision die Teleutosporen in guter Keimung sieht, völlig sicher, dass eine zur Infektion genügende Menge von Sporidien auf die Pflanze aufgefallen ist. Dies Verfahren hat sich ganz besonders bei der Infektion der Lärchen *(Larix)* mittels der *Melampsora*-Arten bewährt, ist aber auch in zahlreichen andern Fällen mit Erfolg anzuwenden. (Vgl. die Abbildung.)

In manchen Fällen kann man die keimenden Teleutosporen auch direkt auf die zu impfenden Blätter legen. Dieses Verfahren ist gut anwendbar, wenn die Blätter der Versuchspflanze wenig empfindlich sind (*Berberis, Rhamnus, Ribes* etc.) und wenn der Teleutosporenwirt ein Gras ist, so dass sich die teleutosporentragenden Teile leicht in sehr schmale Streifen zerlegen lassen. Im allgemeinen muss man dann aber die Luft unter der Glocke noch etwas feuchter halten. Es empfiehlt sich namentlich auch dann, so zu verfahren, wenn man feststellen will, ob Teile eines und desselben Teleutosporenlagers zwei oder drei verschiedene Nährpflanzen zu infizieren vermögen. Neuerdings habe ich, um ganz winzige Blattstückchen mit Teleutosporen ausnutzen zu können, dieselben auf mit nassem Löschpapier belegte

Objektträger gebracht, wo die Feuchtigkeit sie festhielt, und die Objektträger über den zu infizierenden Teilen auf das Netz gelegt. Der Erfolg war sehr günstig.



Anordnung eines Kulturversuchs. Blumentopf in Sandschale eingesenkt, Glasglocke durch Tonring erhöht. Aussaatmaterial über der Versuchspflanze ausgebreitet.

Nach dem Aufbringen der Sporidien oder der keimenden Teleutosporen wird die Versuchspflanze mit einer Glasglocke bedeckt und mindestens 1—2 Tage feucht gehalten, damit die Bildung der Sporidien fortschreitet und die auf die Blätter gefallenen keimen. Mitunter habe ich die Glocke auch bis fünf Tage über der Pflanze gelassen, nur muss man in diesem Falle sorgsam darauf achten, dass die Versuchspflanze keinen Schaden leidet. Vor dem Überdecken wird die Glocke innen mit Wasser angefeuchtet; soll die Luft besonders feucht bleiben, kann man sie innen auf einer Seite mit feuchtem Löschpapier auskleiden. In der Regel werden die Pflanze und die keimenden Pilze täglich revidiert und, wenn es erforderlich ist, mit einem Zerstäuber frisch befeuchtet. Die Erneuerung der Luft beim Abheben dürfte bei längerem Aufenthalt unter der Glocke für das Befinden der Pflanze vorteilhaft sein. Da direktes Sonnenlicht auch unter der Glasglocke die keimenden Teleutosporen rasch austrocknet, pflege ich, wenn die Sonne scheint, an der Sonnenseite ein Stück Sacktuch oder eine Zeitung über die Glocken zu hängen oder das Dach des Gewächshauses abzuschattieren.

Wenn die Versuchspflanzen so gross sind, dass man die ganze Höhe der Glasglocke ausnutzen muss, nimmt man entweder den Blumentopf so gross, dass die Glocke auf demselben stehen kann, oder man gräbt ihn in die Erde ein, falls man den Versuch im Freien macht oder falls dies im Gewächshause möglich ist. Zweckmässiger ist folgendes Verfahren, das zugleich ein bequemes Arbeiten in Tischhöhe ermöglicht. Man senkt den Topf mit der Versuchspflanze in einen grösseren und namentlich weiteren Topf (bis 50 cm weit, 30 cm hoch) ein, der mit Quarzsand gefüllt ist, und stellt die Glocke auf den Sand zwischen den Rändern der beiden Töpfe. (Vgl. die Abbildung.) Töpfe von passender Grösse muss man sich besonders anfertigen lassen. Reicht die Höhe

der Glocke nicht, so setzt man einen passenden Tonring unter. Durch Begiessen des Sandes lässt sich die Feuchtigkeit der Luft unter der Glocke fördern. Diese Versuchsanordnung gestattet auch die Aufstellung von zwei oder drei kleineren Töpfen unter derselben grösseren Glocke, was bei Serienversuchen manchmal erwünscht ist, um für alle Pflanzen möglichst gleiche Bedingungen zu haben.

Nach dem Abnehmen der Glocken stellt man die Pflanzen zunächst an einem schattigen, kühlen und etwas feuchten Orte im Gewächshause auf und gewöhnt sie allmählich wieder an trockenere Luft. Der Erfolg zeigt sich in der Regel nach 8 bis 10 Tagen.

Dass die Pflanzen numeriert, bestimmte Stellen eventuell bezeichnet werden müssen, und dass über die Versuche Buch zu führen ist, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

Die zu impfenden Pflanzen müssen sich in guter, gesunder Entwickelung befinden. Ich habe keine einzige Erfahrung gemacht, die darauf hinwiese, dass schwächliche Pflanzen leichter oder stärker befallen werden. In diesem Sinne kann also von einer besonderen die Erkrankung fördernden „Disposition" nicht die Rede sein (vgl. Kap. XVII). Dagegen dürfen die durch Sporidien zu infizierenden Blätter ein gewisses Alter nicht überschritten haben. Auch ist die Entwickelung der Aecidienlager verschieden je nach dem Alter, in welchem die Blätter infiziert werden. Je jünger das Blatt, desto ausgedehnter werden die Aecidienlager; auf schon einige Zeit ausgewachsenen Blättern erhält man meist nur zerstreute, klein bleibende Lager. Durch die Beschaffenheit der Blätter wird auch die Zeit, in welcher man die Infektion am besten vornimmt, bestimmt. Ziemlich beschränkt ist die Zeit zum Beispiel für *Ribes Grossularia*; dagegen hat man bei solchen Pflanzen, die längere Zeit hindurch junge Blätter bilden, einen weiteren Spielraum (vgl. Klebahn, Kulturv. VI. 29 [38]). In einigen Fällen könnte man vielleicht durch Anwendung künstlicher Mittel (Kälte) die Entwickelung auf einen ganz anderen Zeitpunkt verlegen, ich erinnere z. B. an das künstliche Treiben der Maiblumen.

Die Infektionsversuche mit Sporidien sind im allgemeinen die exaktesten der mit Rostpilzen ausführbaren Infektionsversuche und in dieser Beziehung den Versuchen mit Aecidiosporen und Uredosporen überlegen, 1. weil bei einigermassen vorsichtiger Arbeit keine Sporidien verstäuben, 2. weil bei der angegebenen Versuchsanstellung eine Verschleppung der Sporidien durch Insekten völlig ausgeschlossen ist, 3. weil die Infektion gewöhnlich sehr prompt auftritt und man daher aus der Länge der Zeit bis zum Sichtbarwerden der Spermogonien auf den Zusammenhang mit der Impfung schliessen kann, 4. weil bei der beschriebenen Versuchs-

methode gewöhnlich eine sehr reichliche Infektion eintritt, die leicht von einer zufälligen spontanen, die in der Regel spärlich ist, unterschieden werden kann.

Selbstverständlich sind die Versuche nur dann exakt, wenn die Versuchspflanzen vor der Impfung völlig pilzfrei waren. Im allgemeinen ist dies bei einiger Sorgfalt zu erreichen. Mitunter aber ist es erforderlich, die Versuchspflanzen in der Zeit vor dem Versuche vor Infektion zu schützen. Hierzu genügt es in der Regel, die Pflanzen im Gewächshause austreiben zu lassen. Notwendig ist dies z. B. für *Ribes Grossularia*, die, wenn sie ihre Blätter im Freien ausgebildet hat, fast regelmässig einige Aecidienlager trägt, während sie pilzfrei bleibt, wenn man sie in der kritischen Zeit ins Gewächshaus stellt. Auch für andere Pflanzen (andere *Ribes*-Arten, *Rhamnus*-Arten) habe ich dies Verfahren bisweilen nötig gefunden; es kommt natürlich ganz darauf an, welche Pilze in der betreffenden Gegend, wo man die Versuche anstellt, gerade häufig sind.

Die bei der künstlichen Kultur entstehenden Aecidien zeigen bisweilen eine Abweichung im Bau, die darin besteht, dass die Peridie sich zu einer langen Röhre verlängert. Es ist darauf schon mehrfach von den Beobachtern hingewiesen worden (z. B. W. G. Smith, Gard. Chron. 22. 1884. 308; Plowright, daselbst 375; Brit. Ured. 24 etc.). Die Erscheinung beruht offenbar darauf, dass bei dem Aufenthalt der Kultur in geschlossenen Räumen die im Freien wirksamen Faktoren, wie Wind, Regen, umherkriechende Insekten etc., durch welche die äusseren Teile der Peridien ständig abgestossen werden, in Wegfall kommen. Für Untersuchungszwecke ist diese Verlängerung unter Umständen vorteilhaft; nur muss natürlich bei der Beschreibung und Vergleichung der Formen im Auge behalten werden, dass es sich um eine abnorme Erscheinung handelt.

2. Aussaaten mit Teleutosporen, die zu anderen Zeiten reifen.

Bei einem Teil der Rostpilze keimen die Teleutosporen bald nach ihrer Bildung im Frühling, Sommer oder Herbst. Da die Zahl der über diese Pilze vorliegenden Erfahrungen nicht so gross ist, auch ihr Verhalten grössere Mannigfaltigkeit aufweist, so bleibt für einzelne Fälle das geeignetste Verfahren noch aufzufinden.

Zu den am einfachsten auszuführenden Versuchen gehören die mit *Gymnosporangium*-Arten. Die mit Wasser aufgequollenen Teleutosporengallerten werfen, wenn man sie einen halben oder ganzen Tag in einer geschlossenen Glasbüchse hält, massenhafte Sporidien ab. Diese verteilt man in etwas Wasser und trägt sie mit einem Pinsel auf die Oberseite der Blätter der Versuchspflanze auf, oder besser mit einem Zerstäuber,

da einige Blätter, z. B. die von *Amelanchier,* sich absolut nicht benetzen lassen. Dann bedeckt man die Pflanzen ein bis zwei Tage mit einer Glocke.

Bei *Coleosporium* keimen die Teleutosporen auf den lebenden Blättern etc. ihrer Wirte, und es ist am besten, im Freien reichlich keimende Sporen aufzusuchen. Auf einer Glasscheibe kann man die Sporidien leicht auffangen, wenn man die betreffenden Blätter, die sporentragende Seite nach unten, über dieselbe legt und das Ganze in eine geschlossene Glasbüchse bringt. Die Sporidien lassen sich dann mit etwas Wasser auf die Versuchspflanze übertragen. Einfacher ist es, die teleutosporentragenden Pflanzenteile auf dem oben erwähnten Netz über der Versuchspflanze (in der Regel wird es sich um die Kiefer handeln) auszubreiten und die Sporidien direkt auffallen zu lassen. Selbstverständlich sind dabei möglichst dicht mit Sporen besetzte Blätter etc. zu nehmen, wenigstens ist dann der Erfolg am sichersten. Durch Überdecken einer Glasglocke etc. müssen die Blätter frisch erhalten werden. Wenig geeignet zu dieser Art der Versuchsanstellung sind die auf Rhinanthaceen lebenden Roste. Ich habe einmal eine Kiefer während der in betracht kommenden Zeit auf einige Wochen mit ihrem Topfe im Freien zwischen stark befallenen *Melampyrum*-Pflanzen in die Erde gesetzt, um sie dann wieder hereinzuholen und weiter zu beobachten, sowie die entstandenen Aecidien später durch Rückinfektion zu prüfen (Klebahn, Kulturv. IV. 258). Bei diesen Versuchen dauert es lange, bis man eine Entscheidung über den Erfolg hat; die Spermogonien erscheinen mitunter noch in demselben Sommer oder Herbst, die Aecidien erst im folgenden Frühjahr.

Besondere Schwierigkeiten machen die *Cronartium*-Arten, namentlich weil man noch nicht weiss, an welcher Stelle der Kiefern die Infektion stattfindet; vermutlich aber sind es doch die Blätter, weil die Rinde um die Zeit, wo die Sporidien entstehen, schon zu weit in der Entwickelung vorgeschritten sein dürfte. Sicher gelungene Infektionsversuche liegen noch nicht vor. Ich habe früher einmal keimende Teleutosporenhörnchen von *Cr. Ribicola* abgekratzt, in Wasser verrieben und die davon gewonnene sporidienhaltige Flüssigkeit auf eine Weymouthskiefer aufgebracht. Auf der betreffenden Kiefer traten Spermogonien auf. Ich wage aber nach mittlerweile gemachten Beobachtungen nicht zu behaupten, dass diese Kiefer vor der Behandlung sicher ohne jede Infektion gewesen ist. Neuerdings habe ich versucht, durch Ausbreiten der pilztragenden *Ribes*-Blätter auf dem Netze über der Kiefer eine Infektion herbeizuführen; über einen Erfolg kann ich noch nicht berichten. In bezug auf *Chrysomyxa Ledi* gibt Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 55) an, dass die Teleutosporen auch nach dem Austrocknen durch Befeuchten zur Keimung zu bringen sind.

Von *Puccinia*-Arten, die gleich nach der Reife keimen, habe ich *Puccinia dispersa* zu Versuchen herangezogen. Ein allerdings etwas mühsames Verfahren brachte guten Erfolg. Die Teleutosporenlager wurden mit Nadel und Messer aus den Roggenblättern herauspräpariert, möglichst zerkleinert, dann einen halben Tag in Wasser eingeweicht, mit einem Pinsel auf die *Anchusa*-Blätter aufgetragen, und die Pflanzen dann unter Glocken gestellt. Vielleicht gelingt es bei weiteren Versuchen noch bequemere Methoden zu finden.

3. Aussaaten mit Aecidiosporen.

Bei Versuchen mit Aecidiosporen oder auch Uredosporen ist man leichter Störungen durch unbeabsichtigte Infektionen ausgesetzt als bei Versuchen mit Sporidien. Dies hängt damit zusammen, dass die Aecidiosporen leichter, zum Teil sogar sehr leicht verstäuben, dass sie lange keimfähig bleiben, manchmal teilweise nicht sogleich keimen und daher nach der Aussaat noch durch Luftzug oder Insekten verschleppt werden können u. s. f. Ob die neuerdings gebauten Infektionshäuser nach dieser Hinsicht ausreichende Sicherheit gewähren, entzieht sich meiner Beurteilung. Wer genötigt ist, mit unvollkommeneren Einrichtungen zu arbeiten, muss sich durch tunlichste Vorsicht und namentlich durch die stets unentbehrliche Kritik der Resultate vor Irrtümern zu schützen suchen. Es ist z. B. zu beachten, dass der Erfolg nach der durch Erfahrung festgestellten Zeit, die in der Regel 8—15 Tage beträgt, übrigens bei verschiedenen Arten ziemlich verschieden ist, eintritt, dass einer reichlichen Aussaat an den besäten Stellen auch eine reichliche Pilzentwickelung folgen muss usw. Vereinzelt bleibende Pilzlager müssen immer den Verdacht erregen, dass sie auf anderem Wege als durch die Infektion entstanden seien.

Da die Aecidiosporen in der Regel durch die Spaltöffnungen ihre Keimschläuche in die Blätter senden, so geschieht die Aussaat derselben in der Regel auf die Unterseite der Blätter. Daher kann man die Sporen in den meisten Fällen nicht auf die Blätter einfach auffallen lassen, sondern muss sie selbst auf dieselben übertragen. Wie man das am besten macht, muss man von Fall zu Fall nach der Beschaffenheit des Infektionsmaterials entscheiden.

Peridermium-Sporen hat man oft in solchen Mengen zur Verfügung, dass man sie trocken mit einem Pinsel übertragen kann; hierbei verstäuben die Sporen jedoch leicht. Diese Gefahr fällt im wesentlichen fort, wenn man sie auf benetzbare Blätter mit Wasser auftragen kann; auch der Zerstäuber liesse sich wohl anwenden. Sporen von *Caeoma Laricis* erhält man bei Kulturversuchen gleichfalls in Menge. Ich klopfe sie in einem

besonderen Zimmer, wo die Lärchen in ruhiger Luft stehen, auf eine Glasscheibe ab, schaffe diese in einer geschlossenen Glasbüchse zu den zu impfenden Pflanzen und drücke dann die Blätter mit der Unterseite gegen die bestäubte Glasplatte. Werden die Sporen nicht so massenhaft gebildet oder will man die Sporen eines einzigen Aecidienlagers oder (bei Kiefernnadelrosten) eines einzigen Aecidiums verwenden, so empfiehlt sich eine direkte Übertragung durch Abstreifen oder Abklopfen der Sporen vom Aecidium auf das Versuchsblatt. Die Anwendung eines Messers zum Abschaben und Übertragen der Sporen scheint mir weniger empfehlenswert zu sein, weil man die Versuchspflanze leicht verletzt und auch die Sporen nicht so gleichmässig verteilen kann, es sei denn, dass die zu impfenden Blätter leicht benetzbar sind. Auch dürften im allgemeinen nur die Sporen gut keimfähig sein, die sich beim Berühren leicht ablösen.

Von Aecidien auf lebenden Pflanzen kann man längere Zeit hindurch Sporen erhalten. Man muss aber dafür sorgen, dass die Sporen nicht durch Erschüttern ausfallen, und muss Luftzug vermeiden, der sie verweht; eventuell muss man sie in geeigneter Weise auffangen. An trocken und völlig ruhig gehaltenen Aecidien verlängern sich die Pseudoperidien, wie schon erwähnt wurde, zu langen Röhren. Aus Aecidien auf abgeschnittenen Pflanzenteilen erzielt man nicht selten eine reichliche Sporenbildung, wenn man die betreffenden Teile einen Tag lang in eine dicht geschlossene Glasbüchse legt.

Ist ein genügendes Quantum Sporen auf die Versuchspflanze gebracht, so bedeckt man dieselbe mit einer Glocke. Besonders grosse Feuchtigkeit ist bei Versuchen mit Aecidiosporen nicht erforderlich, jedenfalls sind besondere Hilfsmittel, wie feuchtes Löschpapier, Bespritzen der Pflanzen überflüssig. Im Gewächshause kann man sogar manchmal die Glasglocke entbehren, doch empfiehlt sich ihre Anwendung nicht nur, weil die Keimung doch dadurch erheblich gefördert wird, sondern namentlich auch, weil sie den besten Schutz gegen unbeabsichtigte Infektionen gewährt. Ich lasse deshalb bei entscheidenden Versuchen die Glocke gern möglichst lange über den Pflanzen, unter Umständen bis zum Sichtbarwerden des Erfolges. Wenn die Pflanzen durch völlige Absperrung der Luft Schaden leiden, was z. B. bei *Alectorolophus* und *Melampyrum* leicht der Fall ist, stelle ich die Glocken so auf, dass von unten etwas Luft eindringen kann, doch ist zu bedenken, dass in diesem Falle Insekten eindringen und Unheil anrichten können. In solchen Fällen würden vielleicht auch tubulierte Glocken zu empfehlen sein, deren Tubus durch Watte verschlossen ist.

In weitaus den meisten Fällen tritt auch die Infektion mittels der Aecidiosporen mit Leichtigkeit und Pünktlichkeit ein. Besonders schnell

und leicht infizieren einige Kiefernnadelroste, besonders der zu *Coleosporium Euphrasiae* gehörende (9—10 Tage); auch die Infektionen mittels *Caeoma*-Arten auf *Populus*- und *Salix*-Arten gehen schnell und leicht von statten. Etwas mehr Zeit beanspruchen z. B. *Peridermium Strobi* auf *Ribes*-Arten, die *Ribes*-Aecidien auf *Carex,* die Monocotylen-Aecidien auf *Phalaris* u. a. Leicht gelingt auch die Infektion junger Roggenpflanzen mit *Aecidium Anchusae.* Einige Schwierigkeiten machen die anderen Infektionen mit Getreidepflanzen, weil letztere im Gewächshause schlecht gedeihen und bei zu reichlichem Luftzutritt leicht spontane Infektionen den Erfolg stören.

Unter Umständen kann es erwünscht sein, die Aecidiosporen zur Zeit der Aussaat auf ihre Keimfähigkeit zu prüfen, indem man sie in der feuchten Kammer oder durch Aussaat auf etwas Wasser zum Keimen zu bringen sucht. Eriksson z. B. (Getreideroste 377) gibt an, er lasse die Sporen auf Wasser zum Keimen kommen und übertrage sie dann mit einem Messer auf die Versuchspflanze. Im allgemeinen scheint es mir richtiger zu sein, zur Prüfung des Infektionsvermögens, wenn dies möglich ist, einen Kontrollversuch auf einer Nährpflanze zu machen, von der man sicher weiss, dass sie infiziert werden muss. (Man vergleiche das im IV. Abschnitt Gesagte.) Soll z. B. festgestellt werden, welche Nährpflanzen B, C, D etc. das aus Teleutosporen der Nährpflanze A gezogene Aecidium oder Caeoma infiziert, so macht man die Aussaat mit demselben Material nicht nur auf B, C, D etc., sondern auch auf A. Wird A genügend stark befallen, so war das Material keimfähig und infektionstüchtig, und die Schlüsse in Bezug auf B, C, D etc. verdienen, wenn andere Bedenken nicht vorliegen, Vertrauen. Ich habe übrigens fast nie erlebt, dass von mir selbst gezogene Caeoma- oder Aecidiosporen auf dem normalen zugehörigen Uredowirte versagt hätten, jedenfalls dann nie, wenn genügendes Sporenmaterial vorhanden und die Nährpflanze von guter Beschaffenheit war.

4. Aussaaten mit Uredosporen.

Über Kulturversuche mit Uredosporen ist nicht viel Besonderes zu sagen; die bei Versuchen mit Aecidiosporen anzuwendenden Massregeln kommen im allgemeinen auch hier zur Geltung.

Die Übertragung der Uredosporen ist in der Regel am einfachsten und sichersten durch Berührung der zu infizierenden Stelle mit einem gut entwickelten Uredolager zu bewirken, eventuell also dadurch, dass man ein gesundes Blatt und ein pilztragendes mit der Unterseite zusammendrückt. Es werden dann nur die reifen, leicht abfallenden Sporen

übertragen, und diese sind nach Marshall Ward's (Annal. of Bot. 16. 266) Versuchen am besten keimfähig. Die Infektion mittels der Uredosporen findet in der Regel sehr leicht statt. Wo es nicht der Fall ist, wie z. B. nach Eriksson bei *Puccinia glumarum*, kennt man offenbar die Bedingungen nicht zur Genüge. Ich habe übrigens neuerdings mit Gelbrost sehr gute Infektionserfolge erhalten (siehe Abschnitt VII).

Vorsichtsmassregeln zum Schutze gegen unbeabsichtigte Infektionen und Kritik des erhaltenen Erfolges sind in derselben Weise anzuwenden, wie bei Versuchen mit Aecidiosporen, insbesondere also dann, wenn der Zweck des Versuches ist, festzustellen, ob ein bestimmter Pilz bestimmte Nährpflanzen befällt oder nicht.

Ausser dieser Aufgabe kann der Kulturversuch mit Uredosporen noch den Zweck haben, einen Pilz auf seiner Nährpflanze zu vermehren und ihn zur Bildung von Teleutosporen zu veranlassen, sei es, dass letztere mikroskopisch untersucht werden sollen, sei es, dass sie bestimmt sind, zum Ausgangspunkte neuer Versuchsreihen zu dienen. Infiziert z. B. eine *Puccina* auf *Phalaris* sowohl *Orchis* wie *Convallaria*, so ergibt sich die Aufgabe, aus dem *Orchis*-Aecidium sowohl, wie aus dem *Convallaria*-Aecidium isoliert Teleutosporen zu erziehen, um diese dann abermals auf beiden Nährpflanzen zu prüfen und zu entscheiden, ob es sich um eine einzige oder um zwei Pilzarten handelt. Versuche dieser Art machen allerhand Schwierigkeiten. Da die Dauer der Kultur sich über zwei Monate oder noch länger erstrecken kann, ist es nicht möglich, die Pflanzen unter Glocken zu ziehen; selbst die Gewächshauskultur wird nicht immer gut ertragen und liefert nicht immer die für die Entwickelung der Teleutosporen günstigsten Bedingungen. Die Keimung der Uredosporen findet im Gewächshause, manchmal auch im Freien, mit ausreichender Sicherheit statt; Störungen durch gleichzeitig kultivierte Pilze. welche dieselbe Nährpflanze befallen, sucht man durch möglichst weite Entfernung der Versuchspflanzen voneinander zu erreichen (Kultur in verschiedenen Häusern etc.); Störungen durch aus der Luft niederfallende Keime (bei allverbreiteten Pilzen) sind allerdings nicht mit Sicherheit auszuschliessen. Das schliesslich durch Aussaat der erhaltenen Teleutosporen gewonnene Endresultat muss auf alle Fälle kritisch beurteilt werden. Am besten sind mir Versuche dieser Art mit den auf *Carex*-Arten lebenden *Puccinia*-Arten gelungen, z. B. *Puccinia Caricis, Pucc. Pringsheimiana* etc. Auch mit den auf *Phalaris arundinacea* lebenden Puccinien vom *Sessilis*-Typus habe ich gute Resultate erzielt, wenngleich bei diesen manchmal eine Kultur in ihren letzten Stadien spärlich gedieh oder selbst fehlschlug. Am meisten Schwierigkeiten machte es, *Melam-*

psora-Arten auf *Salix* und *Populus,* die an sich allerdings recht leicht wachsen, so zu ziehen, dass die Blätter zwar stark genug infiziert sind, um schliesslich genügende Teleutosporen zu bilden, und doch nicht so stark, dass sie vorzeitig abfallen. Wenn das Abfallen der Blätter beginnt, muss man Sorge tragen, dass die mit guten Teleutosporen bedeckten Blätter nicht verloren gehen.

b) Mikroskopische Untersuchung.

Die mikroskopische Untersuchung der Rostpilze für die Zwecke ihrer biologischen Erforschung und der damit verbundenen systematischen Unterscheidung ist verhältnismässig einfach und setzt keine besonders ausgebildeten Methoden voraus. Immerhin mag es nützlich sein, auf ein paar Punkte aufmerksam zu machen.

Lockere Sporen (Aecidiosporen, Uredosporen, lockere Teleutosporen, Sporidien) untersucht man direkt; handelt es sich um feste Teleutosporenlager (*Melampsora* u. a.) oder kommt es auf den Bau der Aecidien oder Uredolager an, so muss man schneiden. Da man häufig Herbarmaterial zu verwenden hat, so mag bemerkt sein, dass ich die Schnitte in diesem Falle meist trocken herstelle, indem ich das Blattstück in Kork einklemme. Die Schnitte werden mit Alkohol von der Luft befreit, in Wasser aufgeweicht und, wenn nötig, mit Milchsäure oder Eau de Javelle oder starker Chloralhydratlösung behandelt. Die Milchsäure, nach v. Lagerheim's (Revue Mycologique Nr. 42. 1889) Vorschrift angewandt, indem man die Objekte in der Säure auf dem Objektträger ohne Deckglas stark erhitzt, ist ein vortreffliches Mittel, verschrumpfte Gewebe wieder aufzuquellen, undurchsichtige Schnitte aufzuhellen, Keimporen sichtbar zu machen etc. Eau de Javelle kommt nur ausnahmsweise und mit Vorsicht zur Anwendung, etwa wenn Gewebe mit überwinterten Pilzen zu sehr gebräunt sind.

Dauerpräparate namentlich von losen Sporen halten sich mit Glyzeringelatine besser als mit Glyzerin und haben den für das Zeichnen mit dem Zeichenapparat wichtigen Vorzug, dass die Sporen still liegen; die Keimporen und der Membranbau treten an denselben in der Regel gut hervor. Ich breite eine Schicht Glyzeringelatine auf dem Objektträger aus, bringe ein Sporenquantum nach dem Wiedererstarren der Gallerte in deren Mitte, lege das Deckglas auf und erhitze vorsichtig einige Zeit. Die Sporen quellen dann auf und bleiben bei der nötigen Vorsicht einigermassen in der Mitte beisammen.

Bei der Untersuchung sind Grösse und Gestalt der Sporen, Membrandicke und Farbe, Bestachelung, Keimporen etc. zu beachten. Ein

Verfahren zum Sichtbarmachen der Keimporen gibt Dietel an (Zeitschr. f. angewandte Mikroskopie 1895. 69). Zur Bestimmung der Grösse und Gestalt pflege ich in der Regel eine grössere Anzahl von Sporen bei derselben Vergrösserung mit dem Zeichenapparat zu zeichnen und dann mit einem eigens zu diesem Zwecke hergestellten Massstabe auszumessen. Man erhält dadurch zugleich ein bequemes Vergleichsmaterial für die spätere Untersuchung ähnlicher Arten. Vorteilhafter noch wäre vielleicht das Photographieren, namentlich, wenn man sich die Aufgabe gestellt hätte, von jeder Art eine sehr grosse Zahl von Sporen zu messen und die Anzahl der Sporen der einzelnen Grössenklassen zu ermitteln, ein Verfahren nach der Weise der Variationsstatistik, das vielleicht berufen sein dürfte, morphologische Unterschiede zwichen den biologischen Arten festzustellen. Einen Versuch dieser Art habe ich seiner Zeit mit einigen Nadelrostarten gemacht (Klebahn, Kulturv. I. 271 [13]).

Mit den angegebenen einfachen Hilfsmitteln kommt man in den meisten Fällen aus. Dass für besondere Zwecke verfeinerte Methoden zur Anwendung kommen müssen, versteht sich von selbst. Für Untersuchungen über Mycelien habe ich z. B. mit Paraffineinbettung hergestellte Mikrotomschnitte und Doppelfärbung mit Safranin und Wasserblau verwendet (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 6.' 1888. 161). Hierauf näher einzugehen, kann jedoch nicht Aufgabe der vorliegenden Darstellung sein.

XI. Pflanzengeographische Gesichtspunkte.

Für die Entstehung sowohl wie für die Erhaltung eines Wirtswechselverhältnisses ist es eine notwendige Bedingung, dass die Sporen leicht und regelmässig von der einen Nährpflanze auf die andere befördert werden können. Diese wechselseitige Infektion der beiden Nährpflanzen ist aber unter allen Umständen dann am leichtesten möglich, wenn die betreffenden Pflanzen nahe beisammen wachsen. Daher erhebt sich die Frage, ob die beiden Wirte der heteröcischen Rostpilze stets solche sind, die unter den natürlichen Verhältnissen ein regelmässiges oder wenigstens ein häufiges Beisammenvorkommen zeigen. Zur Entscheidung dieser Frage sind pflanzengeographische Gesichtspunkte heranzuziehen, und es gewinnen die „Pflanzenvereine“ oder „Vegetationsformationen“ der neueren pflanzengeographischen und floristischen Werke ein besonderes Interesse.

Dieser Gedanke ist von Fr. v. Tavel (Berichte schweiz. botan. Gesellsch. Heft 3. 1893) zuerst ausgesprochen worden. Der genannte Autor hat, bezugnehmend auf die von Stebler und Schroeter (Landw.

Jahrb. d. Schweiz. Bern 1892) aufgestellten Wiesentypen der Schweiz, darauf aufmerksam gemacht, dass für manche heteröcische Rostpilze die Nährpflanzen Bestandteile desselben Pflanzenvereins sind, und zwar entweder integrierende Bestandteile, oder wenigstens mehr oder weniger regelmässige Begleiter. Die herangezogenen Beispiele sind folgende:

Die „Burstwiese", durch das Vorherrschen von *Bromus erectus* charakterisiert, und die „Borstgraswiese", wesentlich durch *Nardus stricta* gebildet, enthalten als charakteristische Begleitpflanzen neben anderen *Euphorbia Cyparissias* und verschiedene Papilionaceen und ermöglichen dadurch das Auftreten von *Uromyces Pisi* und *U. striatus.*

Die „Blaugrashalde", deren Leitpflanze *Sesleria coerulea* ist, hegt als Gast manchmal *Rhamnus saxatilis.* Auf den genannten Pflanzen tritt *Puccinia Sesleriae* auf. Beide Pflanzen sind auch Bestandteile der „bayrischen Heidewiesen" nach Engler, Alpenkette p. 9. Die Richtigkeit des Zusammenhangs zwischen *Puccinia Sesleriae* und dem Aecidium auf *Rh. saxatilis* ist übrigens neuerdings bestritten worden (siehe den speziellen Teil).

Der „Polsterseggenrasen", wesentlich gebildet durch *Carex firma,* beherbergt auf dieser Pflanze und dem wohl selten fehlenden *Bellidiastrum Michelii* die *Puccinia firma.*

Die „Besenriedwiese", deren bezeichnende Art *Molinia coerulea* ist, birgt neben anderen Pflanzen verschiedene Orchideen, ferner *Salix repens, Pedicularis palustris, Cirsium oleraceum* und *palustre, Carex Goodenoughii* und *dioica,* und gibt daher folgenden Rostpilzen die Existenzbedingungen: *Puccinia Moliniae,*[1]) *P. paludosa, P. Dioicae, Melampsora Orchidi-Repentis.*

Ausser den genannten, zum Teil wohl wesentlich für die alpinen Verhältnisse charakteristischen Pflanzenvereinen zieht v. Tavel noch einige andere in den Kreis der Betrachtung, die von allgemeinerer Verbreitung sind. Damit wird aber die Frage berührt, ob sich diese Betrachtungen überhaupt verallgemeinern lassen.

Ich habe eine grössere Zahl von pflanzengeographischen und floristischen Werken durchgesehen, um Belege für ein regelmässiges Beisammenvorkommen der Wirte heteröcischer Rostpilze innerhalb bestimmter Pflanzenformationen zu gewinnen. Die Ausbeute ist keine besonders grosse geworden. Man könnte daraus schliessen, dass die wirtswechselnden Rostpilze ihre Daseinsbedingungen in der Regel oder sehr häufig nicht innerhalb geschlossener

---

[1]) Hierbei ist vorausgesetzt, dass der von Rostrup angegebene, aber nicht streng bewiesene Zusammenhang zwischen *Puccinia Moliniae* und einem Aecidium auf *Orchis*-Arten richtig ist.

Pflanzenvereine finden, sondern vielmehr erst durch das Zusammentreffen verschiedenartiger. Ob dieser Schluss berechtigt ist, mag einstweilen dahin gestellt bleiben. Es ist auch möglich, dass Tatsachen, die für die vorliegende Frage von Interesse werden können, in den betreffenden Schriften nicht genügend beachtet oder nicht erwähnt wären, weil sie für die allgemeinen pflanzengeographischen Verhältnisse weniger wichtig sind. Auf einzelne Fragen, die mich besonders interessierten, z. B. das Zusammenvorkommen der Lärche mit Weiden und Pappeln, habe ich fast gar keine Auskunft erhalten. Ich sehe daher die nachfolgende Darstellung nicht als abgeschlossen an, sondern möchte sie nur als eine Anregung zu weiterer Beobachtung dieser Verhältnisse betrachtet wissen. Es wäre wünschenswert, dass von pflanzengeographischer Seite dem gemeinsamen Vorkommen der Wirte heteröcischer Rostpilze einige Beachtung geschenkt würde.

Von den Pflanzenvereinen der Gewässer und Sümpfe sei zunächst das Wiesenmoor genannt. R. Gradmann (Pflanzenleben der schwäb. Alb 1, 157) nennt unter anderen folgende Pflanzen als charakteristische Bestandteile des „Seggenrieds" oder Wiesenmoors der schwäbischen Alb: *Carex Goodenoughii, Molinia coerulea, Orchis latifolia, Parnassia palustris, Pedicularis palustris, Salix repens, S. aurita.* Die genannten sind die Wirte der folgenden heteröcischen Rostpilze: *Puccinia paludosa, P. uliginosa, P. Moliniae, Melampsora Orchidi-Repentis,* die sich zum Teil auch auf der von v. Tavel besprochenen „Besenriedwiese" finden. Auch im nordwestlichen Deutschland sind die genannten Pflanzen Bestandteile der Wiesenmoore; W. O. Focke (Abh. nat. Ver. Bremen 2, 423 u. 432) erwähnt die meisten derselben als Bestandteile der „Sumpfmoore" und der Wiesen mit moorigem oder sumpfigem Untergrunde.

Recht arm an heteröcischen Rostpilzen scheint das „Hochmoor" (Sphagnum-Moor) zu sein. v. Tavel nennt zwar *Puccinia Eriophori* und *Pucc. Limosae,* und ich habe die Nährpflanzen dieser beiden Pilze, *Eriophorum*-Arten, *Cineraria palustris, Carex limosa, Lysimachia thyrsiflora* und *vulgaris* auch mehrfach in norddeutschen Mooren beisammen gefunden; doch dürften sie wohl nicht dem eigentlichen Hochmoor angehören. W. O. Focke (423) wenigstens bezeichnet nur *Eriophorum vaginatum* als Pflanze des Hochmoors, *Carex limosa, Lysimachia thyrsiflora* und *Cineraria palustris* als Pflanzen des Sumpfmoors oder mooriger Wiesen, und *Lysimachia vulgaris* wächst wohl nur gelegentlich auf Moorboden. Grösser wird freilich die Zahl der in Betracht kommenden Pflanzen, wenn man sich an die Zusammenstellungen hält, die Graebner (Heide Norddeutschlands 196) von den Heidemooren oder Moosmooren der norddeutschen Heide gibt. Ausser den schon genannten sind hier noch erwähnt *Pinus silvestris* und *Alectorolophus*

minor (Coleosporium Euphrasiae), Salix repens und *Orchis latifolia (Melampsora Orchidi-Repentis), Carex Goodenoughii, Pedicularis silvatica* und *Parnassia palustris (Puccinia paludosa* und *uliginosa), Agrostis alba* und *Frangula Alnus (Pucc. coronata).* Offenbar handelt es sich hier aber um ziemlich verschiedene Umgrenzung der Begriffe des „Moors“.

Der gewöhnliche „Wiesentypus“ ist eine Kulturformation, die mehr als andere Formationen durch den Einfluss des Menschen bedingt ist. Immerhin bergen die Wiesen eine Reihe von Pflanzen mit ähnlichen Existenzbedingungen, deren Zusammentreffen auch im Naturzustande wahrscheinlich ist. Den Hauptbestand bilden Gräser. Treten unter den Begleitpflanzen *Ranunculus acer, bulbosus, repens, Ficaria* auf, wie sie z. B. Gradmann (l. c. 218) für die „Öhmdwiesen“ der schwäbischen Alb, W. O. Focke (Abh. naturw. Verein Bremen II, 443) für die Marschwiesen der Weser angeben, so sind damit die Existenzbedingungen gegeben für die allerdings trotzdem keineswegs überall auf den Wiesen verbreiteten Rostpilze *Puccinia perplexans* (auf *Alopecurus pratensis* und *Ranunculus acer*), *Uromyces Dactylidis* (auf *Dactylis glomerata* und *Ran. bulbosus* oder *repens*) und *U. Poae* (auf *Poa*-Arten und *Ran. Ficaria* oder *repens*). Auf Wiesen am Elbufer finde ich *Polygonum Bistorta, Angelica silvestris* und *Carum Carvi* beisammen, die Nährpflanzen einer Form von *Puccinia Bistortae;* von denselben gibt auch Gradmann (218) *Polygonum* und *Carum* als Bestandteile der Öhmdwiesen an, während E. H. L. Krause (Pflanzengeogr. Übersicht der Flora von Mecklenburg 92) *Polygonum Bistorta* und *Angelica* als Bestandteile der Wiesen auf Torfboden in Mecklenburg nennt.

Fast völlig der heteröcischen Rostpilze zu entbehren scheint die „Heide“, wenigstens soweit die eigentlichen bestandbildenden Pflanzen und deren gewöhnliche Begleiter in Betracht kommen, wie sie z. B. Focke (422) für die nordwestdeutsche Heide zusammenstellt. Es können höchstens *Salix repens* und *Platanthera bifolia* genannt werden, als Wirte der *Melampsora Orchidi-Repentis.* Dagegen werden die Verhältnisse allerdings mannigfaltiger, sobald z. B. Kiefernwälder mit der Heide zusammentreffen oder dieselbe durchdringen. Unter diesen Umständen sind mehreren *Coleosporium*-Arten, denen auf *Pulsatilla-, Euphrasia-, Senecio-* und *Campanula*-Arten die Existenzbedingungen gegeben. Graebner (Heide Norddeutschlands 151) betrachtet die Kiefer sogar als eine Charakterpflanze der norddeutschen Heide; dadurch ändert sich natürlich die ganze Auffassung.

An die Heide dürfte sich am besten die Waldform anschliessen, die Gradmann (43) als *Calluna*-Typus bezeichnet. Sie birgt unter anderen

Pflanzen *Sorbus aucuparia* und *Juniperus communis,* die Nährpflanzen des *Gymnosporangium juniperinum.* Beide Pflanzen werden auch von Graebner (273—275) einige Male unter den Pflanzen bestimmter Beispiele solcher Lokalitäten genannt, wo die Heide zum Wald in Beziehung tritt. Man vergleiche auch das unten über den Übergang des Waldes in Heide Gesagte.

Kerner (Pflanzenleben der Donauländer 37) erwähnt eine Vegetationsformation des ungarischen Tieflandes, in der der Wachholder in unglaublicher Üppigkeit gedeiht (Wachholderformation); hier tritt unter andern der Weissdorn *(Crataegus)* als untergeordneter Bestandteil auf *(Gymnosporangium clavariaeforme).* Eine Wachholderformation erwähnt auch Pax (Grundzüge d. Pflanzenverbr. i. d. Karpathen. 121) für die Westkarpathen; er nennt aber keine Pomaceen in derselben.

Als Haupttypus der Vegetation der sonnigen Felsen und Halden in der schwäbischen Alb bezeichnet Gradmann (112) die „Steppenhaide". Hier finden sich *Centaurea Scabiosa* und *Carex montana, Juniperus communis* und *Sorbus Aria,* Nährpflanzen der *Puccinia Caricis montanae* und des *Gymnosporangium tremelloides.* Ausserdem finden sich nicht wenige Wirte einer Generation heteröcischer Rostpilze, die nur dann eine Bedeutung gewinnen, wenn in angrenzenden oder eindringenden Beständen der andere Wirt auftritt, z. B. *Inula salicina, Pulsatilla vulgaris, Melampyrum pratense, Rhamnus cathartica* etc.

Um ähnliche Vegetationsformationen handelt es sich offenbar bei dem, was Drude im Hercynischen Florenbezirk (Der Hercyn. Florenbez. 159) als Formationen der trockenen Hügel bezeichnet. Die trockenen Grastriften (Formation 16, p. 174) enthalten *Euphorbia Cyparissias* und *Trifolium agrarium,* beherbergen daher vielleicht *Uromyces striatus* (siehe die Borstgraswiese der Schweiz); ferner finden sich *Pulsatilla vulgaris* und *pratensis, Campanula rotundifolia* und *glomerata, Alectorolophus angustifolius, Odontites lutea* und *rubra, Stipa capillata* und *pennata, Carex montana* und andere Pflanzen, die immer nur die eine Generation eines heteröcischen Rostpilzes beherbergen. Durch die Formation der trockenen Fels- und Geröllfluren (Form. 17, p. 180; siehe auch Gradmann 112), in welche die eben besprochene übergehen kann, kommt *Salvia silvestris* hinzu, die ein mit *Puccinia* auf *Stipa* in Verbindung stehendes Aecidium trägt, ferner *Vincetoxicum officinale;* unter den montanen Blütenpflanzen (Form. 18, p. 200), die sich ebenfalls anschliessen, wäre *Centaurea montana* zu nennen (Aecidium zu *Puccinia* auf *Carex montana*).

Auch die „Karstheide" enthält nach G. Beck v. Mannagetta (Vegetationsverhältnisse der illyr. Länder 252) *Stipa pennata, Thymus bracteosus, dalmaticus, montanus, Salvia officinalis* und *pratensis* und ermöglicht dadurch vielleicht den Wirtswechsel der *Stipa-Puccinien* mit Aecidien auf *Thymus-* und *Salvia*-Arten.

Da sich in den genannten Formationen ein Eindringen der Steppenflora in das mittlere Europa bemerkbar macht, so mag hier noch die Beobachtung interessieren, dass Herr Prof. Zacharias (Hamburg) auf einer Reise durch die russische Steppe bei Tschertkowo (Gouv. Charkow) *Stipa Lessingiana* und *Salvia nutans* neben einander beobachtete, die letztgenannte reichlich mit Aecidien bedeckt.

Als Bestandteile der „pontischen Heide oder Heidewiese" nennt Engler (Alpenkette p. 19) *Diplachne serotina* und *Sedum boloniense,* Nährpflanzen der *Puccinia australis.*

Was die Wälder betrifft, so nehmen dieselben in Bezug auf den uns hier beschäftigenden Gegenstand ein besonders hohes Interesse in Anspruch, weil gerade die Bäume, namentlich die Coniferen, eine grössere Zahl von heteröcischen Rostpilzen beherbergen. Aber auch hier führt die Untersuchung zu dem Ergebnis, dass die reinen Bestände nur verhältnismässig wenigen heteröcischen Rostpilzen die Existenzbedingungen geben; indessen darf wiederum nicht übersehen werden, dass der Wald, wie wir ihn in Europa und speziell in Deutschland haben, überall unter dem Einflusse einer mehr oder weniger intensiven Bewirtschaftung steht.

Die ungünstigsten Verhältnisse dürfte der Buchenwald bieten. Die Buche selbst nährt bei uns keinen Rostpilz. Am Grunde des Buchenwaldes gedeiht nur an lichteren Stellen eine Frühlingsflora von kurzer Vegetationsdauer, ausserdem findet man nur wenige schwachlichtbedürftige Pflanzen (Warming, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie p. 330). Wenn unter den genannten auch einige die eine Generation eines heteröcischen Rostpilzes tragen können, wie *Mercurialis perennis, Corydalis*-Arten, *Convallaria majalis* und Verwandte, *Arum maculatum, Allium ursinum,* einige Orchideen, *Campanula Trachelium* (Warming 331) *Stellaria Holostea, Actaea spicata, Pulmonaria officinalis* (Kerner 166), so dürften doch infolge des Fehlens der anderen Nährpflanze und des in der Regel wenig üppigen Gedeihens die Bedingungen für das wirkliche Auftreten der betreffenden Pilze selten vorhanden sein. Engler (Alpenkette p. 17) nennt allerdings *Populus tremula* als einen vereinzelt im Buchenwalde der nördlichen Voralpen vorkommenden Baum (siehe *Mercurialis* und *Corydalis*).

Anders nehmen sich die Verhältnisse freilich aus nach den Zusammenstellungen der Pflanzen der Rotbuchenformation, wie sie G. Beck v. Mannagetta (Vegetationsverh. der illyr. Länder 333) für die illyrischen Länder gibt. Es finden sich dort *Betula alba, Populus tremula, Sorbus aucuparia, S. torminalis, Abies pectinata, Picea excelsa, Pinus silvestris, Salix Capraea, Crataegus monogyna, Rhamnus fallax, Ribes alpinum, R. petraeum, R. Grossularia, Juniperus communis, Hordeum europaeum, Dactylis glomerata* etc. als Begleiter der Buche genannt. Dass bei dem Zusammentreffen dieser Pflanzen zahlreiche Wirtswechselverhältnisse möglich sind, leuchtet ein. Aber es handelt sich hier offenbar um eine andere Art des Auftretens der Buche wie bei uns (vgl. die unten zu erwähnenden Mischwälder) oder um eine andere Auffassung des Begriffs der Formation und der begleitenden Pflanzen.

Weit günstigere Bedingungen als der geschlossene Buchenbestand bietet der Eichenwald für das Zusammentreffen der Wirte heteröcischer Rostpilze. Zwar nährt auch die Eiche bei uns keinen Rostpilz,[1]) aber der lichte Wuchs der Eichenwälder ermöglicht das Gedeihen einer reichen Bodenflora und die Ansiedelung mannigfaltigen Unterholzes. Nach Warming (333) finden sich *Populus tremula, Crataegus, Rhamnus Frangula, Evonymus europaea, Salix*-Arten, *Lonicera Xylosteum* und andere; *Juniperus communis* findet sich mitunter ein. E. H. L. Krause (84) nennt für die Mecklenburger Eichenwälder ausser bereits erwähnten Pflanzen *Rhamnus cathartica, Salix Capraea, Sorbus aucuparia, Corydalis cava,* Gradmann (29) für die schwäbische Alb *Agrostis vulgaris.* Dadurch sind, wenn auch nicht regelmässig, so doch gewiss für viele Fälle die Lebensbedingungen für folgende Rostpilze gegeben: *Puccinia coronata, Gymnosporangium juniperinum, Melampsora Klebahni, M. Evonymi-Capraearum,* und wenn noch andere Gräser, *Mercurialis* usw. hinzukommen, vielleicht auch für *Melampsora Rostrupii, Puccinia coronifera* usw. Zur genaueren Begründung und weiteren Ausführung dieser Verhältnisse fehlen mir bestimmtere Angaben über die Flora des Eichenwaldes.

Die Flora des Birkenwaldes ist gleichfalls sehr mannigfaltig und dürfte mehreren heteröcischen Rostpilzen die Ansiedelung gestatten. Genaueres habe ich auch darüber nicht feststellen können.

Einigen wirtswechselnden Rostpilzen dürften auch die Erlenbrüche, wie sie sich nach Krause (91) z. B. in Mecklenburg auf Torfboden

---

[1]) In Japan kommt ein *Cronartium, C. Quercuum,* das mit Kiefernrost in Verbindung steht, auf *Quercus*-Arten vor. (Shirai, Bot. Mag. 13. 1899. 74.)

finden, eine geeignete Heimat bieten. Als Unterholz finden sich dort u. a. *Ribes rubrum* und *nigrum*, und da *Carex*-Arten, z. B. *C. caespitosa* und *panniculata* sich anschliessen, so wären die Bedingungen für die Entstehung von Formen der *Puccinia Ribesii-Caricis* vorhanden.

Ein weit höheres Interesse beanspruchen die Nadelwälder, da ausser *Taxus* unsere sämtlichen einheimischen Nadelhölzer Träger mehrerer heteröcischer Rostpilze sind.

Über die Begleitpflanzen der Kiefer haben wir eine Spezialarbeit von F. Höck (Nadelwaldflora Norddeutschlands. 1893).

Hiernach (p. 337) gehören der Brandenburger Kiefernwaldflora unter andern an: *Populus tremula, Picea excelsa, Abies pectinata, Juniperus communis, Vaccinium*-Arten, *Ledum palustre, Pulsatilla*-Arten, *Epilobium angustifolium, Senecio silvaticus, vernalis, Campanula rotundifolia* u. a., *Pirola*-Arten, *Melampyrum pratense, Festuca ovina,* manche davon allerdings wohl nur als lokale oder nur gelegentliche Begleiter. Unter den genannten beherbergen nur *Populus tremula, Senecio, Campanula, Melampyrum* und *Pulsatilla* mit der Kiefer gemeinschaftlich einen Rostpilz *(Melampsora pinitorqua, Coleosporium Senecionis, Campanulae, Melampyri, Pulsatillae),* aber gerade diese Pflanzen dürften keineswegs zu den besonders regelmässigen Bestandteilen der Kiefernwaldflora gehören. *Melampyrum pratense* und ausserdem *Jasione montana (Coleosporium Campanulae?)* nennt übrigens auch Kerner (Pflanzenleben der Donauländer 167) unter den Bestandteilen des Föhrenwaldes im Waldviertel des böhmisch-mährischen Plateaus. Die Teleutosporenwirte zahlreicher anderer Kiefernaecidien vermissen wir dagegen unter den genannten. Wieweit sich solche in anderen Gegenden dem Kiefernwalde zugesellen, vermag ich nicht zu sagen. Dagegen mögen einige Wirtswechselverhältnisse, welche die Begleitpflanzen unter sich betreffen, gelegentlich, aber wohl keineswegs besonders häufig, durch das Zusammentreffen dieser Pflanzen ermöglicht sein (*Chrysomyxa Ledi, Pucciniastrum Epilobii,* Beziehungen der *Pirola*-Pilze zu einem Nadelholze?). In oldenburgischen Kiefernwäldern fand ich mehrfach *Lonicera Periclymenum* in nicht blühenden Trieben den Boden überziehend; hier trat das Aecidium, dessen Teleutosporen auf *Festuca ovina* gebildet werden *(Pucc. Festucae),* häufig auf.

Im Fichtenwalde, wenigstens in geschlossenen Beständen, scheint keiner von den Teleutosporenwirten, die zu den nach ihrem Wirtswechsel bekannten Fichtenaecidien gehören, nämlich *Prunus Padus (Thecopsora Padi: Aecidium strobilinum), Ledum palustre (Chrysomyxa Ledi: Aecidium abietinum 1)* und *Rhododendron*-Arten *(Chrysomyxa Rhodo-*

dendri: Aecidium abietinum 2) überhaupt oder häufiger vorzukommen; nach Graebner (249) ist die Flora der Fichtenwälder eine der denkbar ärmsten. Der Wirtswechsel der Rostpilze auf *Vaccinium Myrtillus* und *Pirola*-Arten, die sich am Waldboden finden (Warming 284), ist noch unbekannt.

Auch geschlossene Tannenbestände dulden anscheinend nicht viele Pflanzen unter sich, die als Zwischenwirte der auf der Tanne lebenden Rostpilze in betracht kommen könnten, und ich vermisse in der Literatur bestimmte Angaben über die spezielle Flora des Tannenwaldes. Wieweit z. B. *Vaccinium Vitis Idaea* und Alsinaceen häufige Gäste des Tannenwaldes sind, wäre von Interesse festzustellen. Nach Engler (Alpenkette 22) sind *Vaccinium Vitis Idaea* und *Abies alba* gelegentliche Bestandteile des Fichtenwaldes. Die sehr auffälligen Hexenbesen der Tanne erwähnt Pax (Grundzüge 134) als häufig an bestimmten Stellen des Karpathengebietes, besonders im siebenbürgischen Erzgebiete; es handelt sich hier aber nicht um reine Tannenbestände, sondern um Buchenwald, in den kleine Rudel Edeltannen eingesprengt sind; auch finde ich an der erwähnten Stelle keine Angaben über das Auftreten der jetzt als Zwischenwirte bekannt gewordenen Alsinaceen. Dies ist die einzige mir bekannt gewordene Erwähnung eines Rostpilzes in den pflanzengeographischen Schriften.

Der Lärchenwald, den Warming (286) als eine besondere Vereinsklasse aufstellt, ermöglicht infolge seines lichten Wuchses die Entwickelung zahlreicher Krautpflanzen an seinem Grunde, oder Graswuchs, so dass sogar eine Art Wiesennutzung möglich wird (Kerner l. c. 223). Dennoch scheint er aus sich selbst zur Entwickelung der zahlreichen Wirtswechselverhältnisse der Lärchenaecidien mit *Melampsora*-artigen Pilzen keine Veranlassung zu geben. Als einen Ausnahmefall erwähnt Christ (Das Pflanzenleben der Schweiz 165 u. 224) die Verbindung der Lärche mit der Birke im Kipferwalde in Oberwallis. Die Verbindung würde das Auftreten des *Melampsoridium betulinum* fördern, und es wäre interessant, festzustellen, ob dieser Pilz an der betreffenden Stelle wirklich häufig auftritt. Christ bezeichnet das so entstehende Vegetationsbild als ein sibirisches und gibt ferner an, dass in Sibirien *Larix sibirica* mit der gemeinen Föhre und der Birke die Wälder bilde (226). Danach könnte man die eigentliche Heimat des *Melampsoridium betulinum* auch in Sibirien suchen. Über das etwaige Vorkommen der mit *Caeoma Laricis* in Beziehung stehenden Pappeln und Weiden im Lärchenwalde habe ich keine Angaben gefunden. Einzelne dieser Pflanzen, z. B. *Salix pentandra* dürften auch wohl zufällig nicht leicht in den Lärchenwald geraten. Es wäre indessen

wünschenswert, hierüber Genaueres festzustellen. (Vgl. auch das im IX. Kap. über die Lärchenpilze Gesagte.)

Im Legföhrenwald der Alpen *(Pinus Mughus)* treten nach Kerner (l. c.) *Juniperis nana, Sorbus aucuparia* und *S. Chamaemespilus* auf. Hier wäre also ein Standort des *Gymnosporangium juniperinum. Juniperus nana, Sabina* und *communis,* ausserdem *Sorbus aucuparia, Chamaemespilus* und *Cotoneaster integerrima* nennt auch G. Beck, v. Mannagetta (Veg. d. illyr. Länd. 376) als Bestandteile einer subalpinen Strauchformation in den illyrischen Ländern.

Günstigere Bedingungen für das Auftreten heteröcischer Rostpilze als die reinen Waldbestände, die übrigens wohl in zahlreichen Fällen dem Eingreifen des Menschen ihre Reinheit verdanken, bieten ohne Zweifel solche Wälder, in denen nicht eine Baumart überwiegt, sondern die die verschiedensten Bäume enthalten. Solche „Mischwälder" schildert Kerner (Pflanzenleben der Donauländer 156 ff.) als bezeichnend für das Waldviertel im böhmisch-mährischen Plateau. Im Urzustande bilden nicht selten Nadelhölzer (welche, wird nicht gesagt) die oberste Schicht, darunter finden sich die Kronen der Buchen, am Boden wachsen Preisselbeeren *(Calyptospora?)* und andere Kräuter. Wo Waldwirtschaft hinzukommt, wird das Bild dieser Wälder mannigfaltiger, Fichten, Tannen, Föhren, Buchen, Birken treten gemeinsam auf, Lärchen (mitunter wild), Espen, Sahlweiden kommen hinzu *(Melampsora Larici Tremulae, Larici-Capraearum, Abieti-Capraearum, Melampsoridium betulinum).* Auch im Alpengebiete kommen nach Kerner (220) Mischwälder vor. Fichten, Tannen, Lärchen, Föhren, Buchen, Ahorne, Birken, Eiben bilden einen „schütteren" Wald. Als Begleitpflanzen finden sich noch *Juniperus communis, Salix Capraea, Sorbus aucuparia, S. Aria (Gymnosporangium), Vaccinium Vitis Idaea (Calyptospora)* und andere (307). Im ganzen aber sind nach Kerner diese Mischwälder selten; durch den Einfluss des Menschen werden sie umgestaltet. Auf dieselben oder ähnliche Wälder wie die im voraufgehenden erwähnten beziehen sich die Angaben von Warming (334) über die gemischten Wälder am Mittellaufe der Donau und von Engler (Alpenkette 25, 26) über die „Voralpenwälder der nördlichen Kalkalpen und Zentralalpen".

Im ganzen kann man sagen, dass die reinen Vegetationsformationen an sich in der Regel nur einer sehr beschränkten Zahl von heteröcischen Rostpilzen die Existenzbedingungen bieten.

Sehr günstige Bedingungen aber ergeben sich in vielen Fällen, wie schon mehrfach angedeutet wurde, durch das Aneinandergrenzen oder die gegenseitige Durchdringung verschiedener Vegetationsformationen, oder

auch durch den Übergang oder die Umwandlung einer Formation in andere.

An den Ufern der Gewässer grenzt die „Limnäenvereinsklasse“ (Warming 150) in langer Linie an das „Röhricht“ (Warming 162). Dadurch kommt *Scirpus lacustris,* ein häufiger Bestandteil der Röhrichts, in die Nähe von *Limnanthemum nymphoides,* so dass *Puccinia Scirpi* gedeihen kann. An das „Röhricht“ grenzen Wiesen oder selbst Wälder, oder es dringt, dem Laufe kleinerer Gewässer folgend, in die verschiedensten Vegetationsformationen des trockenen Landes vor. Hierdurch entstehen sehr mannigfaltige Verhältnisse. So kommt *Phragmites communis,* die Charakterpflanze des Röhrichts, häufig in die Nähe von *Rumex Acetosa, R. Hydrolapathum* (der übrigens von Warming auch als Bestandteil des Rohrsumpfs angesehen wird) und anderen grossen *Rumex*-Arten, von *Ranunculus repens, R. bulbosus* und in bestimmten Gegenden wohl auch von *Ligustrum vulgare,* und so sind, wie v. Tavel (l. c.) bereits andeutet, für die Heteröcie von *Puccinia Phragmitis, Trailii, Magnusiana* und *obtusata* die Bedingungen gegeben. Ein sehr häufiger Begleiter des Röhrichts ist ferner *Phalaris arundinacea,* auf der eine Reihe biologisch verschiedener Puccinien vom Typus der *Pucc. sessilis* und ausserdem eine Form von *P. coronata* vorkommen. Alle die ziemlich verschiedenen Standorte der in Betracht kommenden Aecidienwirte, *Arum, Allium ursinum, Leucoïum, Orchis* und anderer Orchideen, *Convallaria, Majanthemum, Polygonatum, Paris* und *Frangula Alnus* dürften auf diese Weise gelegentlich in die Nachbarschaft von *Phalaris*-Beständen gelangen. Da auch mehrere *Carex*-Arten sich dem Röhricht anschliessen oder auch selbständig in einer dem Röhricht entsprechenden Weise den Gewässern folgend in das Land eindringen, so können auch Pilze, wie *Puccinia Caricis* (auf verschiedenen *Carex*-Arten mit Aecidien auf *Urtica*) oder die auf *Carex*-Arten und *Ribes*-Arten lebenden Rostpilze (*Puccinia Pringsheimiana* und Verwandte) in solchen Grenzgebieten ihre Heimat haben. Zu dem letzteren mag hier noch bemerkt sein, dass nach Focke (430) die *Ribes*-Arten *(R. rubrum* und *nigrum)* sich in den nordwestdeutschen Wäldern „fast nur an Waldbächen“ finden, und dass auch durch diese Art des Vorkommens ein häufigeres Zusammentreffen mit *Carex*-Arten gegeben sein mag.

In vielen der zuletzt besprochenen Fälle haben die Sporen, um den Wirt der anderen Generation zu erreichen, bereits einen etwas längeren Weg zurückzulegen. Die Erhaltung des Pilzes scheint in solchen Fällen oft durch eine besonders reichliche Vermehrung in der Uredogeneration, der dann natürlich in der Regel eine entsprechend reichliche Teleuto-

sporenbildung folgt, gesichert zu werden. So treten z. B. die Puccinien auf *Phragmites*, namentlich *P. Phragmitis*, ebenso die erwähnten Puccinien auf *Carex*-Arten in der Regel in grossen Massen auf (vgl. Kap. IV).

Auch in Bezug auf die Rostpilze der Waldbäume, insbesondere der Coniferen, lässt sich in vielen Fällen feststelllen, dass sie durch das Aneinandergrenzen der Formationen die Bedingungen ihrer Existenz finden. Dies ist z. B. für *Chrysomyxa Rhododendri* der Fall. Die reichlich befallenen Fichtenbestände finden sich nach de Bary (Bot. Ztg. 1879, 766) immer in der Nähe ausgedehnter Alpenrosengebüsche; das Alpenrosengebüsch wird von Warming (271) als ein besonderer Typus subglazialer Gebüsche angesehen. Übrigens gibt Kerner (219) an, dass die Vegetation der immergrünen kleinen Sträucher, zu der auch die Alpenrosenformation gehört, ebenso oft als untere Schicht der Wälder auftritt, wie als selbständige Formation für sich.

Ähnliches gilt in bezug auf die Nadelroste der Kiefern. Es ist oben gezeigt worden, dass nur wenige *Coleosporium*-Wirte im Kiefernwalde selbst vorkommen, und auch diese wohl nicht gerade besonders häufig. Vergegenwärtigen wir uns aber, dass Kiefernbestände an die verschiedensten Vegetationsformationen angrenzen, z. B. an Wiesen mit *Alectorolophus* oder *Euphrasia*, an Heidestrecken mit *Euphrasia*, *Melampyrum* oder *Campanula rotundifolia*, an „Steppenhaide" (Gradmann 112) oder die Formationen der trockenen Hügel (Drude 159) mit *Inula salicina*, *Pulsatilla vulgaris*, *Melampyrum pratense*, *Campanula rotundifolia* usw., an Laubwaldgebüsch mit *Melampyrum pratense*, *M. nemorosum*, *Campanula Trachelium*, an brachliegendes Kulturland mit *Alectorolophus major*, *Melampyrum arvense*, *Campanula rapunculoides*, *Sonchus arvensis*, *S. asper*, *Tussilago Farfara* („Brachpflanzen", Gradmann p. 236), dass Bäche mit *Petasites* an den Rändern (Gradmann 158) bis in die Nähe der Kiefern vordringen können, dass endlich die Kiefer selbst, durch ihre im Winde leicht fliegenden Samen verbreitet, in benachbarte und fernere Gebiete (z. B. die Heide) eindringt, so wird es verständlich, dass die mannigfaltigsten Möglichkeiten für die Ansiedelung der wirtswechselnden Coleosporien vorhanden sind. Eine Folge dieser Verhältnisse dürfte es sein, dass es besonders die Randbäume der Bestände sind, auf denen man die *Peridermium*-Arten findet,[1]) oder auch einzelne, zerstreut in anderen Formationen wachsende Bäume. Allerdings sind auf diesen auch die Bedingungen für die Beobachtung günstiger, als auf den Bäumen im Innern der Bestände.

[1]) Auch das seinem Wirtswechsel nach noch nicht bekannte *Peridermium Pini* (Willd.) Kleb. scheint mit Vorliebe an Waldrändern stehende Bäume zu befallen.

Auch das Auftreten des mit *Cronartium asclepiadeum* in Zusammenhang stehenden Rinden-Blasenrosts der Kiefern dürfte seine Erklärung durch das Angrenzen der Kiefern an Formationen, welche *Vincetoxicum officinale* („Geröllpflanzen", trockene Fels- und Geröllfluren, siehe oben) oder *Paeonia*-Arten enthalten, finden, nicht durch das Eindringen dieser Pflanzen in den eigentlichen Kiefernwald.

Was hier vom Kiefernwalde gesagt ist, wird mutatis mutandis auch für die Fichten-, Tannen- und Lärchenwälder zutreffen. Es ist oben bereits festgestellt worden, dass die Teleutosporenwirte der meisten Aecidien, welche diese Bäume befallen, der Flora der betreffenden Waldart nicht angehören.

Ferner ist zu erwähnen, dass auch für diejenigen Wirte von Rostpilzen, die nur als Begleiter, nicht als Charakterpflanzen in den Formationen auftreten, durch das Aneinandergrenzen der Formationen die Möglichkeiten des Zusammentreffens erhöht werden, und dass dadurch also auch die Bedingungen für das Auftreten anderer Rostpilze als solcher, die auf einer der Charakterpflanzen leben, geschaffen werden können. So erwähnt z. B. Focke (424) unter den Pflanzen der „Grenzgebiete von Haide und Wald" in der nordwestdeutschen Tiefebene folgende Nährpflanzen wirtswechselnder Rostpilze: *Betula alba, pubescens, Salix aurita, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Pinus silvestris, Juniperus communis, Lonicera Periclymenum, Vaccinium Vitis Idaea, Melampyrum pratense, Orchis maculata, Calamagrostis Epigeios, Rhamnus Frangula.*

Ein besonderes Interesse gewinnen in bezug auf unsern Gegenstand auch die im Laufe der Zeit sich vollziehenden Wandlungen der Vegetationsformationen. Von Borggreve (Abh. naturw. Verein Bremen 3. 1872. 222) wurde die Ansicht geäussert, dass die Heide durch die Art ihrer Benutzung als Schafweide bedingt sei, und dass sie in Wald übergehen würde, wenn man sie in Ruhe liesse, und W. O. Focke (Abh. naturw. Ver. Bremen 3. 1872. 260) trat dieser Ansicht unter gewissen Einschränkungen bei. Graebner (Heide Norddeutschlands 63) fasst jedoch das Verhalten gerade umgekehrt auf; er weist nach, dass der Wald unter gewissen Bedingungen sich in Heide verwandelt. Diese in der Umwandlung begriffenen Vegetationsformationen enthalten aber eine grössere Mannigfaltigkeit von Pflanzen. So erwähnt z. B. Graebner (l. c. 250) für die Waldheide *Rhamnus cathartica, Holcus mollis, H. lanatus: Salix aurita, S. cinerea, Evonymus verrucosus; Salix repens, Platanthera bifolia;* und speziell für die Kiefernheide führt er an *Molinia coerulea, Melampyrum pratense*; *Carex hirta, Urtica dioica; Carex flava, Serratula tinctoria;* ferner *Euphrasia-, Melampyrum-, Senecio-, Pulsatilla-*

und *Campanula*-Arten, die zusammen mit der Kiefer *Coleosporium* beherbergen.

Zu den Wandlungen in den Formationen gehören auch die durch gewaltsame Naturereignisse oder die absichtlich durch das Eingreifen des Menschen hervorgebrachten Veränderungen. Ein besonderes Interesse für den vorliegenden Gegenstand gewinnen die auf die eine oder die andere Weise entstandenen Lichtungen in den Wäldern. An solchen Stellen tritt eine eigenartige Flora auf, die Gradmann (29) als „Schlagpflanzen“ bezeichnet, und es gelangen dadurch Gewächse in das Innere der Wälder, die sich dort sonst nicht befinden. Es sind meist Pflanzen, deren Samen Flugapparate haben und durch den Wind leicht verbreitet werden (Kerner 162). Sie bezeichnen die verschiedenen Stufen der Neubesiedelung des von Bäumen entleerten Bodens, und sie werden auf die Waldränder zurückgedrängt, wenn die Waldbäume das Gebiet wieder zu erobern beginnen. *Epilobium angustifolium (Pucciniastrum Epilobii), Senecio*-Arten und *Sonchus asper (Coleosporium), Populus tremula* und *Salix Capraea (Melampsora), Betula (Melampsoridium)* kommen für die uns hier beschäftigende Frage in Betracht. Auch einige *Campanula*-Arten und vielleicht *Sorbus aucuparia* würden zu nennen sein.

Im Anschluss an das Voraufgehende möchte ich noch einmal auf die Bedingungen für das Auftreten derjenigen Pilze zurückkommen, die ihr Aecidium bezugsweise Caeoma auf *Larix* bilden. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, dass der „Lärchenwald“ die in Betracht kommenden Teleutosporenwirte nur ausnahmsweise zu enthalten scheint. Wie es allerdings in dieser Hinsicht mit dem sibirischen Lärchenwalde steht, vermag ich nicht zu sagen. Aber die Sporen der Lärchenroste werden ohne Zweifel vom Winde auf weite Entfernungen transportiert, und es scheint daher durchaus möglich zu sein, dass die betreffenden Wirtswechselverhältnisse in der Heimat der Lärche sich entwickelt haben, auch wenn die Lärchen nicht gerade mit den Teleutosporenwirten untermischt wachsen. Dass aber z. B. in den Alpen, wo die Lärche einheimisch ist, die in Betracht kommenden Teleutosporenwirte nicht nur vorhanden sind, sondern auch der Lärche bis in eine gewisse Höhe folgen, so dass ein Zusammentreffen wahrscheinlich ist, scheint aus den Angaben der Floristen hervorzugehen. Nach F. v. Hausmann (Flora von Tirol 812) ist die Lärche gemein auf den Gebirgen bis in die Alpen; nach Schinz und Keller (Flora der Schweiz 18) steigt sie bis 2400 m empor. Für die Teleutosporenwirte finde ich folgende Angaben: *Populus tremula* gemein vom Thal bis in die Alpen (Hausmann 799); Wälder bis 1800 m, überall (S. und K.), überall bis nahe zur Buchen-

grenze verbreitet (Christ 164). — *Pop. nigra* Ufer und Auen im Tale (H. 799); Ufer, nicht selten bis ca. 1400 m (S. und K.); gemein in der unteren Region des Plateaulandes und auf Uferkies der grösseren Alpentäler (Christ 164). — *Salix pentandra* auf Gebirgen (H. 785); feuchte Wälder, Ufer, namentlich der Berge und Voralpen, bis zu 2000 m (S. und K.). — *S. Capraea* Gräben, Gebüsch, häufig bis ca. 2000 m (S. und K.). — *S. cinerea* bis in die Voralpen (H. 790); bis in die unteren Alpengebiete, häufig (S. und K.). — *S. aurita* und *S. viminalis* Höhenangaben fehlen. — *S. daphnoides* in Tirol und Vorarlberg bis 4000 Fuss (H. 787); Ufer, bis in die Voralpen, verbreitet (S. und K.). — *Betula alba* Gebirgswälder bis in die Alpen, auch an Ufern im Tale (H. 801); Wälder, Torfmoore, überall (S. und K.). — *B. pubescens* Torfmoore, besonders der Bergregion (S. und K.).

In den meisten der zuletzt besprochenen Fälle werden die Sporen, wie schon oben einmal angedeutet, einen weiteren Weg zurückzulegen haben, um das richtige Keimungssubstrat zu erreichen. Es unterliegt aber auch keinem Zweifel, dass viele der hier in Betracht kommenden Rostpilze der Verbreitung ihrer Sporen durch den Wind in hervorragender Weise angepasst sind. Es ist an einer andern Stelle ausführlicher davon die Rede gewesen. Hier genügt es, darauf hinzuweisen, dass infolge dieser Verhältnisse keineswegs immer ein unmittelbares Aneinandergrenzen der in Betracht kommenden Bestände erforderlich zu sein scheint, um einen wirtswechselnden Rostpilz entstehen zu lassen oder zu erhalten.

Überblickt man nach dem Voraufgehenden die Gesamtheit der heteröcischen Rostpilze, so bleibt — von zahlreichen weniger wichtigen Einzelfällen abgesehen — immer noch eine Reihe der wichtigsten und bekanntesten Fälle übrig, die durch diese Betrachtungen eine Heimat noch nicht gefunden haben. Es sind namentlich die Pilze von Kulturpflanzen, die mit diesen eingeführt sind oder durch ihren Anbau bei uns eine allgemeine oder selbst massenhafte Verbreitung erlangt haben.

Cronartium Ribicola (und *Peridermium Strobi*) dürfte aus der Heimat von *Pinus Cembra* stammen, aus Osteuropa oder Sibirien (s. Kap. IX). In den Alpen scheint *Ribes alpinum* gelegentlich in der Nähe von *Pinus Cembra* aufzutreten. E. Fischer (Bull. Herb. Boiss. 6. 1898. 16) hat *Cronartium Ribicola* in der Innschlucht bei St. Moritz in der Nähe von *P. Cembra* gefunden; *Peridermium Strobi* ist allerdings dort noch nicht beobachtet worden.

Gymnosporangium Sabinae und *G. confusum* sind in unseren Gegenden von der Anpflanzung der *Juniperus Sabinae* abhängig und dürften in Südeuropa oder Vorderasien heimisch sein. Die Birne soll in

Europa einheimisch sein (de Candolle, Origine des Plant. cult. 183). Für das Oetztal in Tirol erwähnt Kerner (258) *Juniperus Sabina* 3000—6500 Fuss hoch als Unterholz im Nadelholz oder als tonangebende Pflanze in einer immergrünen Strauchvegetation, nennt aber *Pirus communis* oder *Crataegus*-Arten nicht.

Sehr schwierig ist es, Sicheres über den Ursprung der Getreideroste festzustellen, da man zu wenig über die ursprünglichen Verhältnisse weiss und auch die Heimat der Getreidearten keineswegs mit genügender Sicherheit kennt. Als erschwerendes Moment kommt noch die Spezialisierung der Getreideroste hinzu. Wenn z. B. Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 299) Recht hat mit der Ansicht, dass von den Formen der *Puccinia graminis* die forma specialis *Tritici* die älteste sei, wird man die Heimat dieses Getreiderostes in der Heimat des Weizens zu suchen haben; wenn dies nicht der Fall ist, kann sich dieser Rost in jeder Gegend, welche Berberitzen und geeignete Gräser birgt, entwickelt haben. Es würde z. B. die forma specialis *Secalis* in Europa heimisch sein können, da *Agropyrum repens* und *Berberis*-Arten vielerwärts verbreitet sind und auch die Heimat des Roggens möglicherweise im südöstlichen Europa (nördlich der Donau zwischen den österreichischen Alpen und dem Kaspischen Meere, nach de Candolle, Origine des Plant. cult. 299; Bourdeau, Conqête du Monde végétal 1893. 116) liegen könnte. Da in Europa auch der Hafer zu Hause sein soll, so kann dasselbe für die f. spec. *Avenae*, sowie auch für *Puccinia coronifera* gelten. Ebenso könnte *Puccinia dispersa* (Aecidien auf *Anchusa*) in Europa ihre Heimat finden. Dagegen wird man sich in bezug auf die Heimat der Rostformen des Weizens und der Gerste vielleicht nach der Heimat dieser Getreidesorten, die man in Vorderasien gesucht hat (de Candolle 288, 295; Bourdeau 110, 112), wenden müssen. Als wirtswechselnd sind bisher nur die Formen der *P. graminis* auf diesen beiden Getreidearten bekannt. Dass man die Heteröcie der anderen Roste dieser Getreidearten (*P. triticina, P. glumarum, P. simplex*) noch nicht kennt, könnte vielleicht darin seinen Grund haben, dass die betreffenden Aecidienwirte wesentlich nur in der Heimat dieser Getreidearten verbreitet und infolgedessen bisher wenig beachtet wären. Wie an einer anderen Stelle (Kap. VII), näher erörtert ist, dürften infolge des massenhaften Anbaus der Getreidearten über einen grossen Teil des Erdkreises die Uredosporen so allgemein durch den Wind verbreitet werden, dass ein Auftreten dieser Pilze auch an Stellen, wo die Aecidienwirte fehlen, begreiflich wird.

Ziehen wir aus den vorstehenden Erörterungen das Fazit für die Entstehung der Wirtswechselerscheinungen, so ist festzustellen, dass, soweit

sich die Verhältnisse gegenwärtig überblicken lassen, nur ein Teil der wirtswechselnden Rostpilze in einer einzigen Vegetationsformation seine gesamten Existenzbedingungen findet, während anderen erst durch das Zusammenstossen verschiedener Formationen die Entwickelung ermöglicht wird. In zahlreichen Fällen gehört daher der Transport der Sporen auf weite Entfernung zu den charakteristischen Eigentümlichkeiten dieser Pilze, und es scheint also, als ob die geographische Verbreitung der Nährpflanzen, wenngleich sie nicht ohne Bedeutung ist, doch nicht in erster Linie für die Richtung, welche die Ausbildung der Wirtswechselverhältnisse genommen haben, bestimmend gewesen sein kann.

XII. Regelmässigkeiten in der Auswahl der Wirtspflanzen.

Nachdem die Zahl der bekannt gewordenen wirtswechselnden Rostpilze allmählich eine verhältnismässig grosse geworden ist, kann man versuchen, die Frage zu beantworten, ob irgendwelche Gesetzmässigkeiten oder wenigstens Regelmässigkeiten in dem Zusammentreffen der Aecidien- und Teleutosporengenerationen, sowie namentlich in der Auswahl der Wirtspflanzen zu erkennen sind. Der Nachweis derartiger Regelmässigkeiten würde nicht nur zur Beurteilung der Frage, wie die wirtswechselnden Pilze entstanden sind, Interesse gewinnen, sondern auch für die Auffindung neuer, bisher unbekannt gebliebener Wirtswechselverhältnisse nützlich werden können.

Es mag nun gleich vorausgeschickt werden, dass ein allgemeines Gesetz, welches den Wirtswechsel beherrscht, nach den bisher aufgeklärten Fällen nicht abgeleitet werden kann und auch wohl nicht vorhanden ist.

Die einzige allgemeinere Regelmässigkeit, die sich in den bisher bekannt gewordenen Fällen zeigt, ist die, dass die beiden Generationen desselben Pilzes Pflanzen befallen, die im natürlichen System eine weit entfernte Stelle haben. Die heteröcischen Arten der Gattungen *Coleosporium*, *Cronartium*, *Pucciniastrum*, *Melampsorella* und *Melampsoridium* bilden ausschliesslich, die von *Melampsora* zum grössten Teil ihre Aecidien auf Coniferen, die Teleutosporen auf verschiedenen Dicotyledonen. Umgekehrt bilden die heteröcischen Arten von *Gymnosporangium* ihre Teleutosporen auf Coniferen, ihre Aecidien auf Dicotyledonen (Pomaceen). Die heteröcischen *Puccinia*-Arten leben zum grössten Teile auf Gramineen und Cyperaceen, die zugehörigen Aecidien finden sich meist auf Dicotyledonen und nur zum kleinen Teile (*Phalaris*-Puccinien)

auf Arten aus anderen Monocotyledonen-Familien. Nur in wenigen Fällen ist die Verwandtschaft der Nährpflanzen eine etwas nähere. Dass die beiden Wirte desselben heteröcischen Rostpilzes einer und derselben Pflanzenfamilie oder auch nur einer und derselben „Reihe“ (nach Engler's Syllabus) angehören, kommt unter den bisher bekannt gewordenen Fällen überhaupt nicht vor, und in allen den Fällen, wo die beiden Nährpflanzen zweien Reihen einer und derselben „Unterklasse“ angehören, ist die Verwandtschaft dieser Reihen bereits eine sehr entfernte. Dies zeigen folgende Beispiele, welche diejenigen sind, bei denen die verwandtschaftliche Beziehung der beiden Wirte noch die engste ist: *Puccinia Bistortae (Polygonales* und *Umbelliflorae), P. septentrionalis (Polygonales* und *Ranales), Uromyces Pisi* und *striatus (Rosales* und *Geraniales),* einige *Melampsora*-Arten *(Salicales* einerseits und *Rhoeadales,* bezüglich *Rosales, Geraniales* und *Sapindales* andererseits), endlich die *Puccinia*-Arten auf *Phalaris* (*Glumiflorae* einerseits und *Liliiflorae, Spathiflorae* und *Microspermae* andererseits). Die folgende Übersicht (Taf. I) gibt ein etwas übersichtlicheres Bild von diesen Verhältnissen.

Es fehlt demnach jeder Übergang zwischen autöcischen und heteröcischen Pilzen in dem Sinne, dass man annehmen könnte, die heteröcischen seien aus autöcischen dadurch entstanden, dass die eine Generation zunächst auf näher verwandte und später auf immer ferner stehende Pflanzen übergegangen sei. Vielmehr gewinnt man hiernach den Eindruck, als sei der Wirtswechsel eine plötzlich und unvermittelt eingetretene Erscheinung (vgl. Kap. XVI).

Verfolgt man die Wahl der Nährpflanzen von Seiten der heteröcischen Rostpilze etwas mehr ins Einzelne, so ergeben sich allerdings einige Regelmässigkeiten, aber fast in allen Fällen sind auch Ausnahmen vorhanden, so dass von streng gültigen Regeln nicht die Rede sein kann. Die in betracht kommenden Erscheinungen laufen bis zu einem gewissen Grade parallel mit den Beziehungen zwischen den verschiedenen Formen der Teleutosporen einerseits und denen der Aecidien andererseits, und deshalb mögen diese Verhältnisse, die Eigenschaften der Pilze an sich sind und mit dem Wirtswechsel nichts zu tun haben, gleichzeitig kurz erwähnt sein.

Besonders beachtenswert ist die in manchen Fällen mehr oder weniger deutlich hervortretende Zentralisierung des Wirtswechsels auf bestimmte Nährpflanzenarten, -Gattungen oder -Familien. Dies äussert sich so, dass eine gewisse Nährpflanze A oder dieselbe nebst ihren näheren und ferneren Verwandten A_1, A_2, A_3, B, C zahlreiche unter sich mehr oder weniger gleiche oder auch verschiedene Aecidien-, bezugsweise Teleutosporenformen beherbergt, deren zugehörige Teleutosporen, bezugs-

Taf. I.

○ Aecidien
● Uredo- u. Teleutosporen

	Coleosporium	Cronartium	Pucciniastrum	Melampsoridium	Melampsorella	Melampsora	Chrysomyxa	Gymnosporang.	Puccinia	Puccinia	Puccinia	Puccinia	Uromyces
I. *Gymnospermae*													
B. *Coniferae*													
1. *Abietineae*	○	○	○	○	○	○	○						
2. *Cupressineae*								●					
II. *Angiospermae*													
A. *Monocotyledoneae*													
4. *Glumiflorae. Cyperaceae*									●				●
„ *Gramineae*										●			●
7. *Spathiflorae. Araceae*										○			
9. *Liliiflorae. Juncaceae*											●		●
„ *Liliaceae. Amaryllidaceae*						○				○			
11. *Microspermae. Orchidaceae*						○				○			
B. *Dicotyledoneae*													
a. *Archichlamydeae*													
3. *Salicales. Salicaceae*						●							
8. *Fagales. Betulaceae. Fagaceae*		●		●									
9. *Urticales. Urticaceae*									○				
13. *Polygonales. Polygonaceae*										○		●	
14. *Centrospermae. Caryophyllaceae. Chenopodiaceae*					●					○			
15. *Ranales. Ranunculaceae. Berberidaceae*	●	●								○		○	○
16. *Rhoeadales. Papaveraceae*						○							
18. *Rosales. Crassulaceae*										○			
„ *Saxifragaceae (Saxifraga Parnassia Ribes)*		●				○			○				
„ *Rosaceae*			●					○					
„ *Leguminosae*													●
19. *Geraniales. Euphorbiaceae. Rutaceae*						○				○			○
20. *Sapindales. Celastraceae. Balsaminaceae*						○				○			
21. *Rhamnales. Rhamnaceae*										○			
25. *Myrtiflorae. Oenotheraceae. Halorrhagidaceae*			●						○				○
26. *Umbelliflorae. Umbelliferae*												○	○
b. *Metachlamydeae*													
1. *Ericales. Ericaceae (Rhododendron Ledum Vaccinium)*			●				●						
2. *Primulales. Primulaceae*									○				○
4. *Contortae. Oleaceae. Gentianaceae. Asclepiadaceae*		●							○	○			
5. *Tubiflorae. Borraginaceae*										○			
„ *Labiat. Scrophulariac. Acanthac. Verbenac.*	●	●							○	○			
6. *Plantaginales. Plantaginaceae*													○
7. *Rubiales. Caprifoliaceae*									○	○			
8. *Campanulatae. Campanulaceae*	●												
„ *Compositae*	●								○	○	○		○

weise Aecidien auf einer Reihe meist nicht in näherer Beziehung zueinander stehender Arten oder Gattungen X, Z, U, R etc. aus einer anderen Abteilung des Pflanzenreiches leben.

1. Die Gattung *Melampsora* bildet Aecidien vom *Caeoma*-Typus. Die heteröcischen Arten bevorzugen für ihre Teleutosporen die Salicaceen (*Salix, Populus*) als Wirte; ob die Arten auf anderen Wirten teilweise heteröcisch sind, ist noch nicht bekannt. Die Caeoma-Aecidien finden sich besonders oft auf Coniferen (*Pinus, Abies* und namentlich *Larix*), aber auch auf Monocotylen (*Orchis, Allium*) und einzelnen Dicotyledonen (*Mercurialis, Evonymus, Ribes, Chelidonium, Corydalis*). Für eine Art auf *Salix* und wenige andere ist nachgewiesen, dass sie autöcisch sind. Im ganzen gewährt die Gattung trotz der geringen Zahl von Arten ein sehr buntes und ziemlich regelloses Bild.

2. Die Gattungen *Coleosporium* und *Cronartium* bilden Blasenrost-Aecidien (*Peridermium*), erstere kleine nadelbewohnende, letztere grössere rindebewohnende Formen. Diese Aecidien leben auf *Pinus*-Arten, die Teleutosporen auf verschiedenen Dicotylen. *Coleosporium* liebt Sympetalen, besonders Compositen, *Cronartium asclepiadeum* ist in Bezug auf die Uredo- und Teleutosporen in auffälliger Weise plurivor. Ausser einem *Lepto-Coleosporium (Pini)* sind autöcische Arten nicht bekannt.

3. Die Gattungen *Chrysomyxa, Pucciniastrum, Melampsorella* und *Melampsoridium* haben Aecidien von verschiedenem Bau, die teils *Peridermium*-ähnlich, teils eigenartig entwickelt sind. Diese finden sich, soweit man weiss, sämtlich auf Coniferen (Tanne, Fichte, Lärche), während die Teleutosporen auf verschiedenen Dicotyledonen (Archichlamydeen und Metachlamydeen) vorkommen.

4. Die Gattung *Gymnosporangium* bildet Aecidien vom *Roestelia*-Typus. Die Teleutosporen leben auf Cupressaceen, die Aecidien auf Pomaceen. Eine autöcische Art ist auf *Juniperus virginiana* bekannt.

5. Alle *Uromyces*- und *Puccinia*-Arten haben gewöhnliche becherförmige Aecidien (Typus des *Aecidium Berberidis*). Die heteröcischen *Puccinia*-Arten bevorzugen Gramineen und Cyperaceen als Teleutosporenwirte; eine Art ist auf Juncaceen, ein paar Arten sind auf Dicotyledonen (Polygonaceen) bekannt. Bei den wenigen heteröcischen *Uromyces*-Arten tritt die Vorliebe für grasartige Gewächse nicht so stark hervor. Nach der Wahl der Aecidienwirte bilden sich einige bemerkenswerte Gruppen. Unter den auf Cyperaceen, speziell auf *Carex*-Arten lebenden Pilzen macht sich eine auffällige Vorliebe für Aecidienwirte aus der Gruppe der Compositen bemerkbar (ca. 21 Fälle). Sehr gering ist die Zahl der Cyperaceen-Roste, die auf anderen Metachlamydeen ihre Aecidien bilden (5).

Auch von Archichlamydeen kommen nur wenige Aecidienwirte in Betracht, als Wirte von *Carex*-Puccinien nur vier Gattungen; unter diesen aber sind zwei, *Ribes* und *Urtica,* die Träger der Aecidien besonders häufiger, unter sich in eine Reihe von Formen zerfallender und auf zahlreichen *Carex*-Arten lebender. Pilze. Von den auf Gramineen lebenden *Puccinia*-Arten bildet eine grössere Zahl ihre Aecidien auf Ranunculaceen oder deren nächsten Verwandten (ca. 11 Fälle); zwei *Uromyces*-Arten schliessen sich ihnen an. Verhältnismässig weniger zahlreich sind die auf anderen Archichlamydeen (10), ebenso die auf Metachlamydeen (13) ihre Aecidien bildenden Gramineenroste; nur einer *(Pucc. Poarum)* hat seine Aecidien auf einer Composite. Merkwürdig ist die Zusammengehörigkeit der Monocotyledonen-Aecidien mit einem in eine Reihe biologisch verschiedener Arten zerfallenden Teleutosporentypus auf *Phalaris;* eine Ausnahme bildet das Aecidium auf *Smilax,* das zu einer Puccinia auf *Calamovilfa* gehört. Auch Analoga zu *Puccinia Urticae-Caricis* und *P. Ribesii-Caricis* sind hier vorhanden, nämlich die sehr häufige und in eine Reihe biologisch getrennter Formen zerfallende *Puccinia graminis* mit Aecidien auf *Berberis* und Teleutosporen auf einer sehr grossen Zahl von Grasgattungen, und ebenso die in vielen Punkten ähnlichen und einander merkwürdig parallel entwickelten Arten *P. coronata* und *P. coronifera* mit Aecidien auf *Frangula* und *Rhamnus* und Teleutosporen auf einer grösseren Zahl von Gramineen.

Wieweit nach dem feineren Bau der Sporen natürliche Gruppen unter den Puccinien zu bilden sind, und inwieweit innerhalb dieser engeren Gruppen eine grössere Regelmässigkeit in Bezug auf die Auswahl der Wirte vorhanden ist, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. In einigen der natürlichen Gruppen, die sich gegenwärtig bereits erkennen lassen, ist eine gewisse Regelmässigkeit vorhanden. Besonders auffällig ist das Zusammentreffen der Teleutosporen vom *Sessilis*-Typus auf *Phalaris* mit Aecidien auf Monocotylen; auch *Uromyces Poae* und *Dactylidis* seien genannt. In anderen Fällen betrifft die Regelmässigkeit bloss ein paar Arten, während daneben anscheinend ebenso nahe stehende Arten auftreten, welche die eine Nährpflanze in einer weit entfernten Gruppe haben. Beispiele sind *Puccinia Festucae* neben *P. coronata* und *coronifera, Pucc. obtusata* neben *P. Phragmitis* und *P. Trailii.*

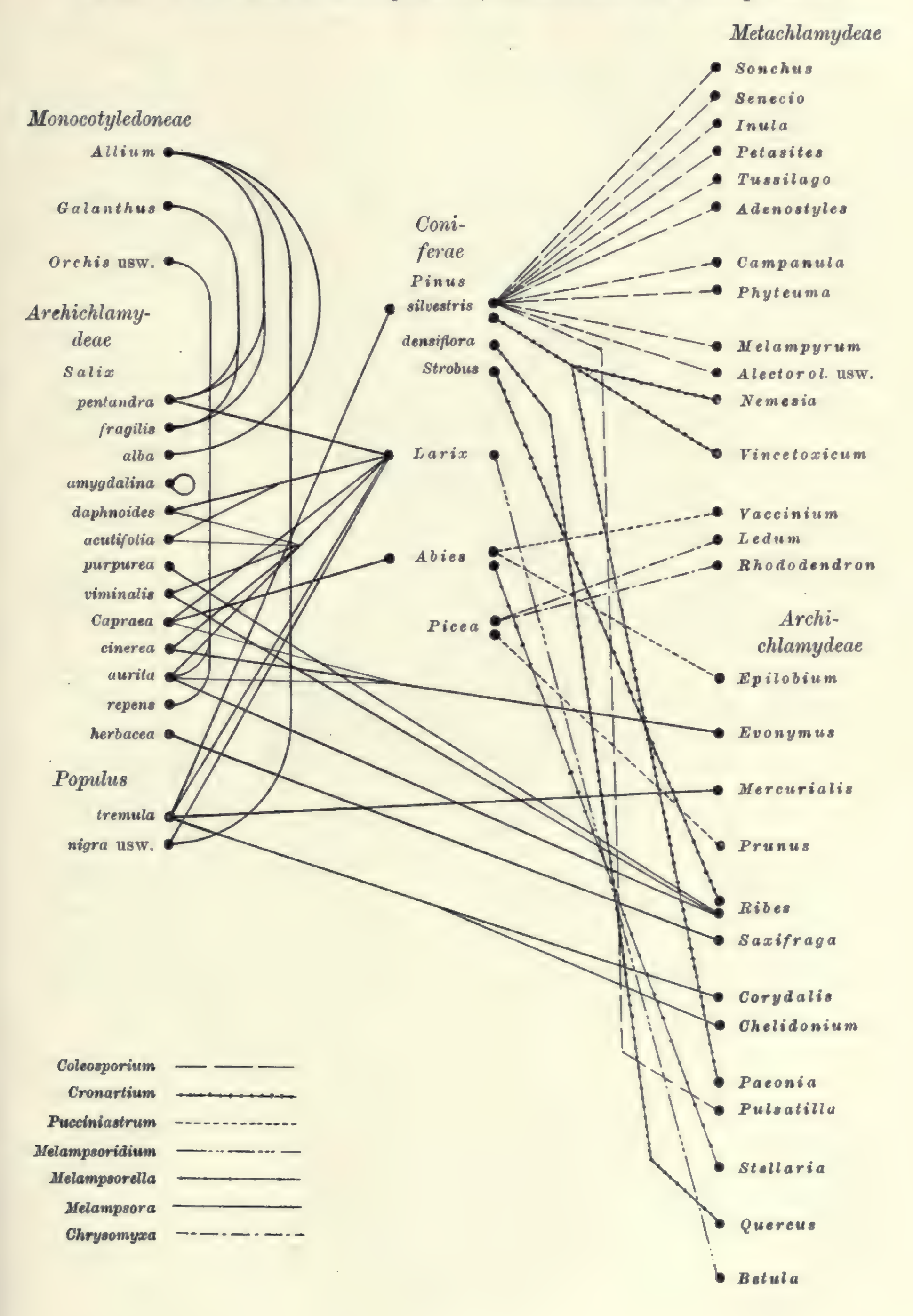
Für die Phylogenie der Rostpilze lassen sich aus dem Festgestellten daher nur in sehr beschränkter Weise Schlüsse ziehen.

In den folgenden Tafeln ist versucht worden, die Beziehungen zwischen den Wirten der Aecidien und denen der Uredo- und Teleutosporen in anschaulicher Weise darzustellen.

Taf. II. Wirtswechselnde Melampsora-Arten.



Taf. III. Wirtswechselnde Coleosporiaceen, Cronartiaceen und Melampsoraceen.



Taf. IV. Wirtswechselnde Gymnosporangium-Arten.



Taf. V. Wirtswechselnde Uromyces-Arten der Cyperaceen und Juncaceen.



Taf. VI. Wirtswechselnde Puccinia- und Uromyces-Arten der Gramineen und Dictyledonen.



In der VI. Tafel sind versehentlich folgende Beziehungen ausgelassen: *Frangula* zu *Agropyrum, Dactylis* und *Festuca (Pucc. coronata)*; *Rhamnus* zu *Alopecurus* und *Glyceria (Pucc. coronifera)*; *Rhamnus* zu *Brachypodium* und *Piptatherum (Pucc. [coronata] himalensis)*. *Piptatherum* wäre nach *Stipa, Glyceria* nach *Poa, Brachypodium* nach *Lolium* eingefügt zu denken.

XIII. Die Spezialisierungserscheinungen. Begriff, Geschichte und Verbreitung.

a) Spezialisierung und biologische Arten bei den wirtswechselnden Rostpilzen.

Die Methode der Untersuchung der Rostpilze, namentlich der wirtswechselnden, mit Hülfe des Kulturversuches hat im Laufe der Zeit zu erheblichen Änderungen in den Anschauungen über die Umgrenzung der Arten bei diesen Pilzen geführt. Die älteren Arten waren im allgemeinen nach morphologischen Gesichtspunkten unterschieden. Pilze von gleicher morphologischer Beschaffenheit wurden derselben Art zugerechnet, solche mit abweichenden Merkmalen getrennt. Streng ist allerdings dies Prinzip nie durchgeführt gewesen, denn die zahlreichen in der alten Gattung *Aecidium* vereinigten Formen unterscheiden sich zum Teil nur sehr wenig oder gar nicht voneinander, und es würde selbst dem geübtesten Uredineensystematiker schwerlich möglich sein, Aecidien ohne ihre Nährpflanzen zu bestimmen. Die Berücksichtigung der Nährpflanzen bei der Unterscheidung der Arten ist also in ihren Anfängen bereits auf die ältere Systematik zurückzuführen.

Die neueren Untersuchungen haben aber den Nachweis gebracht, dass Pilze, die nach ihren morphologischen Charakteren völlig identisch zu sein scheinen, doch ein sehr verschiedenes und in vielen Fällen zugleich völlig konstantes Verhalten zeigen können, wenn man ihr Vermögen, verschiedene, selbst nahe verwandte Arten ihrer Nährpflanzen zu infizieren, in betracht zieht. Die Arten, die man auf Grund der morphologischen Verhältnisse früher unterschied und noch jetzt unterscheiden muss, die morphologischen Arten, erweisen sich in biologischer Beziehung zum Teil als Vielheiten, aus biologischen Arten und Formen zusammengesetzt, deren gegenseitige Rangverhältnisse vielleicht noch mannigfaltiger sind als die der morphologischen Arten.

In besonders charakteristischer und unzweideutiger Weise haben sich diese Verhältnisse bei den heteröcischen Rostpilzen ergeben. Die Blasen-

roste der Nadeln der gemeinen Kiefer z. B. (*Peridermium Pini* f. *acicola* der älteren Autoren) konnte man ohne die Kenntnis ihrer Lebensweise nur für eine einheitliche Art ansehen. Infolge der Feststellung ihrer Heteröcie wurden aber zahlreiche verschiedene Sorten unter ihnen nachgewiesen, von denen die erste ihre Teleutosporen *(Coleosporium)* nur auf *Senecio,* die zweite nur auf *Euphrasia* und *Alectorolophus,* eine dritte nur auf *Pulsatilla,* eine vierte nur auf *Campanula* bildet u. s. f.; dabei zeigte sich, dass diese Sorten konstant und streng voneinander geschieden sind, obgleich sie morphologisch völlig übereinstimmen oder nur so wenig verschieden sind, dass es ganz unmöglich zu sein scheint, sie nach diesen Merkmalen zu bestimmen.

Für derartige nach biologischen Gesichtspunkten sich unterscheidende Arten habe ich, nachdem vorher Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 67) und namentlich Plowright (Brit. Ured. und frühere Schriften) auf die Bedeutung der Biologie für die Artunterscheidung der Rostpilze aufmerksam gemacht hatten und Schroeter (l. c. 69) darauf hingewiesen hatte, dass die Zerspaltung der *Puccinia Caricis* in eine Reihe von Arten dazu angetan sei, die strengen Ansichten über den Speziesbegriff zu erschüttern, 1892 den Ausdruck biologische Spezies gebraucht.[1]) Auch Rostrup (Bot. Tidsskr. 19. 1894. 40, vorgelegt 1893) nennt sie biologische Arten[2]) und gibt (Bot. Tidsskr. 20. 1896. 116) an, dass er den Ausdruck schon früher in seinen Vorlesungen verwendet habe. Schroeter (71. Jahresb. Schles. Gesellsch. 1893. 31) bringt den Ausdruck Species sorores, Schwesterarten, in Vorschlag. Hitchcock und Carleton (Bull. 46. Kansas State Exp. Stat. 1894. 4) bezeichnen diese Formen als „physiological species“. Die zu Grunde liegende Erscheinung ist von Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 292) als „Spezialisierung“ bezeichnet worden, und die biologisch verschiedenen Pilzsorten nennt Eriksson, soweit er ihnen den Rang von Arten nicht zuerkennen will, „spezialisierte Formen“, „formae speciales“. Von den „biologischen Rassen“ (Rostrup, l. c. 1896) und „Gewohnheitsrassen“ (Magnus, Hedwigia 1894. 82) soll weiter unten die Rede sein.

Die allgemeine Aufmerksamkeit ist auf die Erscheinung der Spezialisierung zwar erst durch die Häufung der Beobachtungen in den 90er

[1]) Klebahn, Kulturv. I. 273 (15): „Die Nadelroste bieten also ein interessantes Beispiel sehr ähnlicher Pilze, die sich fast nur durch ihre Lebensweise unterscheiden. Derartiger mehr biologischer als morphologischer Spezies finden sich unter den Uredineen, zumal den heteröcischen, nicht wenige“.

[2]) „Man har saaledes her en Raekke biologiske Arter, der ikke kunne adskilles skarpt ved morfologiske Karakterer etc“. Die Stelle bezieht sich gleichfalls auf die *Peridermium*-Formen.

Jahren gelenkt worden, insbesondere durch Eriksson's Befunde über die Getreideroste und wohl auch durch den glücklich gewählten Ausdruck „Spezialisierung". Die Erscheinung selbst aber ist weit länger bekannt; sie ist bis zu der Arbeit de Bary's über *Aecidium abietinum* zurück zu verfolgen und tritt uns in den Arbeiten der folgenden Beobachter wiederholt entgegen. Schon 1863 war es de Bary (Ann. sci. nat. 4. s. 20. 88) aufgefallen, eine wie strenge Wahl (choix rigoureux) die Rostpilze unter den Nährpflanzen treffen.

Als de Bary (Bot. Zeitg. 1879) den Zusammenhang des auf Fichten im Hochgebirge lebenden *Aecidium abietinum* mit *Chrysomyxa Rhododendri* festgestellt hatte, wurde er auf den Umstand aufmerksam, dass auch im Tieflande, wo *Rhododendron* fehlt, *Aecidium abietinum* vorkommt. Die Auffindung des Zusammenhanges der Tieflandsform mit *Chrysomyxa Ledi* war das Ergebnis der auf diesen Gegenstand gerichteten Untersuchung. Es gelang dann allerdings, morphologische Unterschiede zwischen den beiden *Aecidium*-Formen zu finden; indessen sind dieselben sehr fein und wären vielleicht ohne die voraufgehende Erkenntnis der biologischen Verschiedenheit kaum oder nur zufällig gefunden worden, so dass die beiden Aecidien jedenfalls für „mehr biologische als morphologische Arten" anzusehen sind.

Im Anschluss an diese Verhältnisse erscheint es zweckmässig, darauf aufmerksam zu machen, dass, wenn im Folgenden von morphologisch übereinstimmenden, aber biologisch verschiedenen Pilzen die Rede ist, damit nicht gemeint sein kann, dass morphologische Unterschiede wirklich absolut fehlen, sondern nur, dass morphologische Unterschiede bisher nicht gefunden sind oder trotz darauf gerichteter Untersuchungen nicht haben gefunden werden können, oder dass sie zu fein oder zu schwer definierbar sind, um brauchbare Unterscheidungsmerkmale abzugeben. Vergegenwärtigt man sich, dass es sich bei dem Vermögen, bestimmte Nährpflanzen zu infizieren, vielleicht ausschliesslich, jedenfalls aber in erster Linie um Wechselwirkungen zwischen dem Protoplasma des Pilzes und dem des Wirtes handelt, so kann es kaum Wunder nehmen, dass die Unterschiede im Infektionsvermögen der Pilze sich nicht in auffälligen morphologischen Strukturen oder erheblichen Grössenabweichungen ausprägen. Ich halte es aber für durchaus möglich, dass verfeinerte Untersuchungsmethoden, oder Untersuchungsmethoden besonderer Art, und hier denke ich namentlich an die Methode der Variationsstatistik, auch in solchen Fällen morphologische Unterschiede nachweisen könnten, wo bisher vergeblich danach gesucht worden ist. Die Ergebnisse der Messungen, welche ich seinerzeit an den Aecidiosporen von *Coleosporium Senecionis*,

Euphrasiae und *Tussilaginis* ausgeführt habe (Klebahn, Kulturv. I. 1892. 271. [13]), sprechen wohl in diesem Sinne. Genauere Untersuchungen sind nach der erwähnten Methode bisher nicht angestellt worden. Das Verfahren ist für mikroskopische Objekte so schwierig und zeitraubend, dass man zweifeln muss, ob das schliesslich zu erzielende Resultat der aufgewandten Zeit und Mühe entsprechen würde. Vielleicht wäre die Mikrophotographie mit Nutzen zu Hilfe zu nehmen.

Als zweites Beispiel biologischer Arten mögen die auf verschiedenen *Ranunculus*-Arten vorkommenden Aecidien genannt werden, die sich morphologisch kaum unterscheiden lassen, und die man daher zunächst für eine einzige Art hielt (*Aecidium Ranunculacearum* DC.), bis nach und nach ihre Zugehörigkeit zu sehr verschiedenen Teleutosporenformen erkannt wurde: *Uromyces Dactylidis,* Schroeter 1873, *U. Poae,* Schroeter 1879, *Puccinia Magnusiana,* Cornu 1882, *P. perplexans,* Plowright 1884. In diesem Falle war die daraufhin erfolgende spezifische Trennung deshalb weniger auffällig, weil die Aecidien zum Teil auf verschiedenen *Ranunculus*-Arten leben.

Ein weiteres Beispiel bietet das besonders auf *Euphorbia Cyparissias* lebende *Aecidium Euphorbiae,* welches die bekannten Deformationen der ganzen Nährpflanze verursacht. Schroeter zeigte, dass es zwei verschiedene Sorten dieses Pilzes gibt, von denen die eine mit *Uromyces Pisi,* die andere mit *U. striatus* in Zusammenhang steht. Indessen hat Schroeter, der leider manche seiner trefflichen Beobachtungen nicht genügend verarbeitet oder sie nur sehr skizzenhaft beschrieben hat, bei der Veröffentlichung dieser Beobachtung keine weiteren Folgerungen daran geknüpft.

Endlich mögen die auf verschiedenen *Carex*-Arten lebenden Uredo- und Teleutosporen genannt sein, die man früher als *Puccinia Caricis* bezeichnete, während nach und nach, sowie man den Zusammenhang mit verschiedenen Aecidien erkannte, neue Arten unterschieden wurden. Alle diese Arten stehen einander mehr oder weniger nahe, obgleich sich im Einzelnen mancherlei Unterschiede finden. Vgl. *Puccinia Caricis,* Magnus 1872; *P. Limosae,* Magnus 1877; *P. silvatica,* Schroeter 1879; *P. Schoeleriana,* Plowright 1884; *P. Dioicae,* Rostrup 1884, Schroeter 1880/87; *P. Vulpinae,* Schroeter 1887; *P. tenuistipes,* Schroeter 1887; *P. arenariicola* und *extensicola,* Plowright 1888; *P. paludosa,* Plowright 1889 usw.

Das erste Beispiel, welches den Beobachtern auffällig wurde, lieferten die Pilze auf *Populus tremula,* die man früher als *Melampsora Tremulae* Tul. zusammenfasste. Nielsen und Rostrup fanden den Zusammenhang

einer dieser Melampsoren mit *Caeoma Mercurialis* (1882), Rostrup den einer anderen mit *Caeoma pinitorquum* (1884). Als dann Hartig die Beziehung des *Caeoma Laricis* zu *Melampsora Tremulae* auffand (1885), stellte er die Frage (Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg. 1885. 326), ob *Caeoma Laricis* und *Caeoma pinitorquum* zu zwei verschiedenen Pilzen auf *Populus tremula* gehören, oder ob es sich um eine einzige Art handle, die auf der Lärche das *Caeoma Laricis*, auf der Kiefer das *C. pinitorquum* hervorbringe. Der Fall des *Caeoma Mercurialis* fand damals noch keine Beachtung, wie es überhaupt lange gedauert hat, bis die Verhältnisse dieser Pilze genügend klar gelegt wurden, bezugsweise die richtigen Angaben von P. Nielsen und E. Rostrup Bestätigung und Anerkennung fanden. Die Frage Hartig's ist bis heute noch nicht für sich selbst untersucht worden, sie wird aber voraussichtlich nach Analogie der Versuchsresultate, welche mit denjenigen Melampsoren gewonnen worden sind, die mit *Caeoma Laricis, C. Mercurialis* und *C. Chelidonii* in Zusammenhang stehen, dahin zu beantworten sein, dass es sich um verschiedene Arten handelt, die sich fast nur biologisch unterscheiden, d. h. durch die Wahl ihrer Caeomawirte, während die morphologischen Verschiedenheiten äusserst gering, vielleicht auch nicht einmal völlig konstant sind, so dass es nicht möglich ist, die Pilze ohne Kulturversuche sicher zu bestimmen. In neuerer Zeit ist noch die eben schon erwähnte *Melampsora Magnusii*, die das *Caeoma Chelidonii* erzeugt, hinzugekommen, während die mit *Caeoma Fumariae* in Zusammenhang stehende *M. Klebahni* wohl wieder eingezogen werden muss, da es mir kürzlich gelungen ist, mittels *Mel. Magnusiana* Caeoma auf *Corydalis* hervorzurufen. Es sind also gegenwärtig vier verschiedene biologische Arten an die Stelle der alten Sammelspezies *Mel. Tremulae* getreten.

In den in den 80er Jahren erschienenen Arbeiten von Ch. B. Plowright in Kings Lynn finden wir zuerst die Verwendung der Biologie zur Unterscheidung der Rostpilze in zielbewusster Weise durchgeführt, und den Bemühungen dieses Forschers, der viele Hunderte von Kulturversuchen angestellt hat, verdanken wir nicht nur die Auffindung zahlreicher neuer Fälle von Wirtswechsel, sondern namentlich auch den Nachweis einer Reihe von Arten, die sich nur biologisch, nicht aber oder fast gar nicht morphologisch von einander unterscheiden.

Besonders sei auf *Gymnosporangium confusum* (1888) verwiesen, das, in den auf *Juniperus Sabina* lebenden Teleutosporen dem *G. Sabinae* völlig gleich[1]), durch seine von der *Roestelia cancellata* der Birn-

[1]) E. Fischer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 263) glaubt allerdings einen feinen Unterschied in der Gestalt der Teleutosporen nachweisen zu können.

blätter bedeutend abweichenden Aecidien auf *Crataegus* u. a. als selbständige Art wohl charakterisiert ist.

Ein Beispiel, in welchem die morphologischen Unterschiede in beiden Generationen fehlen oder äusserst gering sind und die Pilze sich nur durch die Nährpflanze der einen Generation unterscheiden, bieten *Puccinia Phragmitis* (Tel. auf *Phragmites,* Aec. auf *Rumex*-Arten aus der Gruppe *Lapathum* Tourn. und auf *Rheum*) und *P. Trailii* (Tel. auf *Phragmites,* Aec. auf *Rumex Acetosa*).

Auch aus der interessanten Gruppe der *Phalaris*-Puccinien, die noch eingehend zu besprechen sein wird, stellte Plowright einige Fälle fest (*P. Phalaridis* 1888, *P. Paridi-Digraphidis* 1892).

Weitere von Plowright untersuchte, einander oder bereits bekannten Formen mehr oder weniger nahe stehende Arten sind die *Carex*-Puccinien *P. Schoeleriana, arenariicola, paludosa, extensicola* und die Gras-Puccinien *P. perplexans, persistens* usw. Endlich hat Plowright für manche Fälle Vermutungen ausgesprochen, die neue Untersuchungen angeregt und sich dabei vielfach bewährt haben.

Mit Beginn der 90er Jahre habe ich selbst in dieses Gebiet eingegriffen. Nachdem ich anfangs einer Behauptung Cornu's (Compt. rend. 1886. 932), der bereits 1886 auf die Nichtunterscheidbarkeit gewisser Rostpilzformen auf morphologischem Wege hingewiesen hatte, glaubte entgegentreten zu müssen, weil es mir gelungen war, bei den auch von Cornu untersuchten Blasenrosten der Kiefern wohldefinierbare Unterschiede zu finden (Klebahn, Abhandl. naturwiss. Verein Bremen 10. 1887. 154), musste ich sehr bald einsehen, dass Cornu's Ausspruch: „Les déductions de l'examen seul (si soigneux qu'il soit) d'échantillons desséchés ou non des Aecidiums des Urédinées paraissent donc téméraires“ doch für zahlreiche Fälle durchaus berechtigt ist.

Dies zeigte sich zunächst für die bereits erwähnten Blasenroste der Kiefern *(Peridermium Pini* f. *acicola).* Es gelang mir festzustellen, dass auch *Coleosporium Euphrasiae* und *Tussilaginis* mit Kiefernnadelrosten, die von dem zu *C. Senecionis* gehörenden morphologisch nicht oder kaum unterscheidbar sind, in Zusammenhang stehen (1892). Untersuchungen von Ed. Fischer 1894, Rostrup 1894, Wagner 1896 und weitere eigene schlossen sich an, so dass gegenwärtig gegen 14 verschiedene Sorten des Nadelrosts der Kiefern unterschieden werden können, die sämtlich mit *Coleosporium*-Arten auf verschiedenen Nährpflanzen in Verbindung stehen. Eine genaue Zahl lässt sich nicht angeben, weil das gegenseitige Verhältnis der als *Coleosporium Campanulae* bezeichneten Pilze noch nicht genügend feststeht. Auch diese *Coleosporium*-Arten

sind von einander zum Teil nur biologisch, zum Teil mehr biologisch als morphologisch verschieden.

Bald darauf (1893) stellte ich fest, dass die Kronenroste der Gräser, *Puccinia coronata* Corda, in die beiden, wie sich dann ergab, auch morphologisch etwas verschiedenen Arten *P. coronata* mit Aecidien auf *Frangula Alnus* und *P. coronifera* mit Aecidien auf *Rhamnus cathartica* zerfallen.

Im folgenden Jahre trat Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894) mit seinen Befunden über die Spezialisierung der Getreiderostpilze hervor. Er zeigte, dass die alte und allbekannte Spezies *Puccinia graminis* in eine Reihe von Formen zerfalle, die zwar sämtlich (mit Ausnahme der von Eriksson als neue Art aufgestellten *Puccinia Phlei-pratensis*) die Berberitze als Aecidienwirt haben, aber durch die Wahl der Teleutosporenwirte sich unterscheiden. Ähnliches zeigte Eriksson gleichzeitig und später für die Arten *Pucc. dispersa, glumarum, coronata* und *coronifera*. Für die beiden letztgenannten habe ich selbst die Befunde Eriksson's teils bestätigt, teils erweitert. Eriksson sah diese Pilzformen nicht als den Arten gleichwertig an und bezeichnete sie als „formae speciales“; später hat er jedoch einen Teil der formae speciales, und zwar, wie mir scheint, mit Recht, zu Arten erhoben, nämlich die der älteren Spezies *Pucc. dispersa*. Diese sind zwar wesentlich nur biologisch verschieden, zeigen indessen auch in morphologischer Beziehung, d. h. in Bezug auf die Grösse und die Verteilung der Pilzlager gewisse Unterschiede; freilich steht nicht fest, wie weit diese Unterschiede durch die Strukturverhältnisse der Wirtspflanzen etwas beeinflusst sein könnten (*Puccinia dispersa* s. str., *P. triticina, bromina* etc.).

Die folgenden Jahre brachten noch über eine Reihe von weiteren Rostpilzen Untersuchungen in bezug auf die Spezialisierung. Als diejenigen Gruppen ausser den bereits erwähnten, in denen die Verhältnisse genauer bekannt geworden sind, seien noch die folgenden genannt:

1. Die *Puccinia*-Arten auf *Phalaris arundinacea*, die morphologisch der alten Spezies *P. sessilis* entsprechen. Gegenwärtig lassen sich 5—7 Formen unterscheiden, mit Aecidien auf verschiedenen Monocotylen (*Arum, Allium, Leucoïum*, Orchideen, *Convallaria* etc., nach verschiedenen Autoren).

2. Die mit der alten Spezies *Aecidium Grossulariae* in Verbindung stehenden *Carex*-Puccinien, durch die Wahl beider Wirtspflanzen sich unterscheidend (5 Formen, nach Klebahn).

3. *Puccinia Caricis*, mit Aecidien auf *Urtica*, zerfällt ähnlich wie *Pucc. graminis* in spezialisierte Formen (2 sind festgestellt [Klebahn], es gibt jedenfalls mehr).

4. Die *Puccinia*-Arten auf *Carex montana,* mit Aecidien auf verschiedenen Kompositen (E. Fischer).

5. Die *Puccinia*-Arten auf *Polygonum Bistorta* und *viviparum,* mit Aecidien auf verschiedenen Umbelliferen (Soppitt, Klebahn, Juel).

6. Die *Melampsora*-Arten der Weiden vom Typus der *M. epitea,* ebenso die Arten auf *Salix fragilis* und Verwandten (früher *Mel. Vitellinae*) und auf *Salix Capraea* (früher *Mel. farinosa*). Auch *Mel. populina* wäre zu nennen. Im Anschluss daran ist die Zerlegung der alten *Caeoma*-Arten *C. Laricis, C. Allii* und *C. confluens* besonders hervorzuheben. *Caeoma*-Formen vom Typus des *C. Laricis* lassen sich gegenwärtig sechs unterscheiden, mit mehr oder weniger verschiedenen Teleutosporen auf verschiedenen *Salix*- und *Populus*-Arten in Verbindung; ebenso sind drei Arten von *C. confluens* und drei Arten von *C. Allii* unterschieden worden (Klebahn).

7. Neuerdings sind die *Bromus*-Roste vom Typus der *Puccinia dispersa* von Marshall Ward sehr eingehend auf ihre Spezialisierung geprüft worden. Die Frage der Heteröcie und also auch der Beziehungen zu der heteröcischen *P. Symphyti-Bromorum* sind dabei noch nicht ins Auge gefasst worden. Es scheint, als wenn die einzelnen spezialisierten Formen sich auf die natürlichen Gruppen (Sektionen) innerhalb der Gattung beschränken, also jedesmal einen Kreis eng verwandter Arten befallen (Marshall Ward, Annal. Mycol. 1. 1903. 132).

b) Spezialisierung bei nicht wirtswechselnden Rostpilzen und in anderen Pilzgruppen.

Die nicht wirtswechselnden Rostpilze sind, abgesehen von den Getreide- und Gramineenrosten, deren Wirtswechsel man noch nicht kennt, bisher nur in geringer Zahl und mehr gelegentlich in bezug auf Spezialisierung untersucht worden. Indessen zeigen die Angaben bei Plowright (Brit. Ured.) über *Uromyces Fabae* (Pers.) de Bary und *Ervi* (Wallr.) Plowr., *Puccinia Apii* (Wallr.) Corda und *Pimpinellae* (Strauss) Mart., *P. Lapsanae* (Schultz) Fuck., *variabilis* Grev. und *Taraxaci* Plowr. (p. 120, 140, 150, 157, 187) etc., namentlich aber die speziell die Frage der Spezialisierung behandelnde Arbeit Jackys über die *Puccinia*-Arten vom Typus der *P. Hieracii* (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899), dass die Verhältnisse in vielen Fällen ganz ähnlich sind, wie bei den wirtswechselnden Arten.

Auch die parasitischen Pilze aus anderen Gruppen als die Rostpilze scheinen vielfach der Spezialisierung zu unterliegen. Was wir darüber

wissen, beruht zum grössten Teile auf Beobachtungen im Freien und nur zum kleinen Teil auf Kulturversuchen.

Magnus (Hedwigia 33. 1894. 81) äussert sich darüber: „So sehen wir häufig parasitische Pilze in einer Gegend epidemisch auf einzelnen Arten auftreten, während andere Arten, auf denen sie auch auftreten, frei von ihnen bleiben.“ Als Beispiele führt er ausser einigen Rostpilzen an *Peronospora parasitica* und *Ustilago violacea*, die letztgenannte auf *Melandryum album*, oder auf *Dianthus*-Arten, oder auf *Malachium aquaticum* (siehe auch Magnus, Bot. Centralbl. 63. 1895 No. 28/29). Ebenso hat E. Rostrup auf das Vorhandensein biologischer Arten und Rassen in anderen Pilzgruppen und auf den Einfluss der Nährpflanze auf die Entwickelung neuer Arten der parasitischen Pilze hingewiesen (Bot. Tidsskr. 20. 1896. 116; Overs. K. Dansk. Vid. Selsk. Forh. 1896. 113). Rostrup führt eine grössere Zahl von Pilzen an, die zum Teil bereits als biologische Arten beschrieben sind, zum Teil die mehr oder weniger ausgeprägte Neigung haben, an der einen Stelle ihres Vorkommens nur auf der einen, an der anderen nur auf einer zweiten ihrer Nährpflanzen aufzutreten, und demnach bereits biologische Rassen gebildet haben oder im Begriffe stehen, dieselben zu bilden. Die erwähnten Pilze sind: *Dasyscypha Willkommii, calycina* und *Abietis, Sclerotinia*-Arten, *Rhytisma acerinum, Lophodermium pinastri, Phyllachora graminis, Epichloë typhina, Polystigma rubrum, Nectria ditissima, Sphaerotheca pannosa, Taphrina betulina* und *turgida, Exobasidium Vaccinii, Ustilago „Carbo“ Protomyces macrosporus* etc. Mit Hülfe von Kulturversuchen scheinen bisher wohl wesentlich nur die Brandpilze geprüft worden zu sein (Rostrup, Overs. K. Danske Vidensk. Selsk. Forh. 1890. 7).

Die Gruppe der Erysipheen ist von F. W. Neger (Flora 90. 1902. 342) zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden. Sowohl Beobachtungen im Freien, wie Kulturversuche mit Conidien sprechen für Spezialisierung. Neger beobachtete z. B. *Artemisia vulgaris* stark mit *Erysiphe Cichoracearum* infiziert und daneben *Echium vulgare* pilzfrei, ein anderes Mal *Echium* von demselben Pilze befallen und *Artemisia* pilzfrei. Aussaatversuche mit Conidien desselben Pilzes von verschiedenen Nährpflanzen (*Artemisia, Lactuca muralis, Hieracium murorum, Senecio vulgaris* usw.) brachte fast stets nur auf denjenigen Nährpflanzen Erfolg, von der die Conidien stammten. Neger unterlässt aber die Zerlegung der morphologischen Arten in biologische, weil er noch keine Versuche mit Ascosporen gemacht hat und die Ansicht vertritt, dass diese ein kräftigeres und allgemeineres Infektionsvermögen besitzen könnten, sodass Übertragungen, die mittels der Conidien nicht möglich sind, mittels der Ascosporen vielleicht gelingen könnten.

Bei den Exoasceen kann man auf das Vorhandensein von Spezialisierung aus einigen Angaben Giesenhagen's (Flora 81. Erg. 1895. 319) schliessen. Der genannte Autor meint, dass *Taphrina aurea, Johansonii* und *rhizophora* in einer ergiebigen Rassenbildung begriffen seien, und dass insbesondere drei Rassen von *Taphrina aurea* zu existieren scheinen, nämlich auf *Populus nigra,* auf *P. monilifera,* und auf *P. pyramidalis.* Auch das Verhalten des *Exoascus amentorum* Sad. [= *Alni incanae* (Kühn) Magn.] in den Alpen, der hier nach v. Tubeuf (Pflanzenkrankh. 175) nur *Alnus incana* befällt, während er in anderen Gegenden auch auf *Alnus glutinosa* beobachtet ist, weist auf Spezialisierung hin.

Über Chytridiaceen liegen einige Versuche von Lüdi (Hedwigia 40. 1901. 1—44) vor. Aussaat von *Synchytrium Taraxaci* brachte nur auf gewissen *Taraxacum*-Arten Erfolg, nicht auf anderen Arten und auf anderen Kompositen. Eine der plurivoren Pilzarten ist jedoch noch nicht geprüft worden.

Dagegen ist nach Versuchen von Popta (Flora 86. 1899. 28) *Protomyces macrosporus* ein ausgeprägt plurivorer Pilz; es gelang die Übertragung desselben von *Aegopodium Podagraria* auf *Cicuta virosa* L., *Seseli montanum* L., *Libanotis vulgaris* DC., *Palimba Chalraii* DC., *Bubon gemmiferum* L., *Pachypleurum alpinum* Led., *Bunium virescens* DC., *Ferula thyrsiflora* Lib., *Trinia vulgaris* DC., *Athamanta cretensis* L.

Unter den Bakterien zeigen die in den Wurzelknöllchen der Leguminosen lebenden (*Bacillus radicicola* Beijerinck) eine ausgeprägte Anpassung an ganz bestimmte Nährpflanzen, sodass man sie als biologische Arten oder mindestens als spezialisierte Formen betrachten könnte (vgl. Kap. XV). Ebenso zeichnen sich die für den tierischen Körper pathogenen Bakterien zum Teil durch ein auffälliges und sich abstufendes Wahlvermögen in Bezug auf ihre Wirte aus, das an die Spezialisierungserscheinungen der Rostpilze erinnert. So befällt z. B. der Rotzbazillus *(Bacillus mallei)* Katzen, Igel, Feldmäuse, Wühlratten und auch Waldmäuse; dagegen sind die Hausmaus, das Schaf, das Schwein u. a. nur wenig empfänglich (Flügge, Microorganismen 2. 1896. 449). Es liegt auch nahe, die neuerdings behauptete Verschiedenheit der Tuberkulose des Menschen von der der Rinder mit einer Spezialisierung in Zusammenhang zu bringen; indessen scheinen die Ansichten über diesen Gegenstand noch nicht genügend geklärt zu sein.

Endlich sei auf die Rassenbildung der Hefepilze, als auf eine verwandte Erscheinung bei saprophytischen Organismen, verwiesen.

c) Spezialisierung bei tierischen Schmarotzern.

Auch bei den tierischen Schmarotzern sind Erscheinungen vorhanden, die der Spezialisierung entsprechen, wenngleich, wie schon oben (Kap. I) angedeutet wurde, die Anpassung an ganz bestimmte Wirte nicht überall eine so strenge zu sein scheint. Beispiele verschiedener Lebensweise bei grosser morphologischer Ähnlichkeit bieten aber, wie Cholodkowsky (Biol. Centr. 20. 1900. 279) hervorhebt, mehrere der *Chermes*-Arten, z. B. *Ch. strobilobius* und *Ch. lapponicus praecox*; der genannte Autor äussert sich darüber: „Theoretisch ist wohl denkbar, dass zwei Spezies, die keine morphologischen Unterschiede bekunden, doch voneinander tief verschieden und ganz selbständig sein können" (p. 280), und er vergleicht auch die Verhältnisse der *Chermes*-Arten mit denen der *Coleosporium*-Arten unter den Rostpilzen. Auch in anderen Gruppen des Tierreichs lassen sich einige Beispiele nennen, auf die Cholodkowsky, der geneigt ist, den äusseren Faktoren und namentlich der Ernährung einen abändernden Einfluss zuzuschreiben, hinweist. Die Borkenkäfer *Hylesinus piniperda* L. und *H. minor* Htg. sind morphologisch nur durch äusserst feine Unterschiede getrennt, bringen aber auffällig verschiedene „Frassfiguren" hervor (Judeich u. Nitsche, Lehrb. d. mitteleurop. Forstinsektenkunde 1. 1895. 462). Nach Beijerinck (Verslag. en Mededeel. K. Akad. van Wetensch. 3. R. 3. 1887. 11) weigern sich die Weibchen von *Nematus Capreae (N. Valisnerii)*, wenn sie aus Gallen auf *Salix alba* stammen, ihre Eier in *Salix amygdalina* zu legen, und umgekehrt, obgleich die Tiere von beiden Weidenarten einander völlig gleich sind. Dagegen sind die Mücken *Cecidomyia destructor* (Hessenfliege) und *C. Avenae* ausser durch die verschiedene Lebensweise auf Weizen bezüglich Hafer auch durch allerdings sehr feine morphologische Eigentümlichkeiten unterschieden, wie Marchal (Ann. soc. entomol. de France 66. 1897) feststellte. Nach Versuchen von Ritzema-Bos (Arch. Mus. Teyler ser. 2. vol. 3. 1892. 232) befiel *Tylenchus devastatrix*, der durch eine Reihe von Generationen nur in Roggen gelebt hatte, von nebeneinander wachsenden Roggen- und Zwiebelpflanzen nur erstere, während auch die Zwiebeln ergriffen wurden, wenn kein Roggen dabei war, und umgekehrt verhielten sich Älchen, deren Vorfahren in Zwiebeln gelebt hatten. Älchen aus Hyazinthen ergriffen von Roggen und Zwiebeln nur die letzteren.

d) Verschiedene Spezialisierung der Uredo- und Aecidiosporen desselben Pilzes?

Im Anschluss an die oben erwähnten Beobachtungen Neger's über die Spezialisierung bei den Erysipheen mag hervorgehoben sein, dass der genannte Forscher geneigt ist, seinen Gedanken über die Möglichkeit

verschiedener Spezialisierung der verschiedenen Sporenformen desselben Pilzes auf die Rostpilze auszudehnen (Flora 90. 1902. [45]). Er denkt sich, dass Fälle vorkommen könnten, in denen die Spezialisierung in der Uredogeneration eine andere wäre wie in der Aecidiengeneration, derart, dass, wenn z. B. der Übergang eines Pilzes in der Uredogeneration von einer Pflanze A auf eine andere B nicht möglich wäre, derselbe mittels der Aecidiosporen stattfinden könnte, so dass das Aecidium gewissermassen als Brücke zwischen den in der Uredogeneration spezialisierten Formen dienen könnte. Dieser Gedanke ist vorher bereits von Eriksson (Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 1896. 502 ff.) erwogen, aber auf Grund der Erfahrung, dass die in der Uredogeneration spezialisierten Formen der *Puccinia graminis* in der Aecidienform ebenso spezialisiert seien, zurückgewiesen worden. Auch meine eigenen Versuche und die Eriksson's über die Kronenroste sprechen in demselben Sinne (Zusammenstellung bei Eriksson, Centr. f. Bact. 2. Abt. 3. 1897. 6 ff.). Trotzdem hält Neger an seinem Gedanken fest. Er stellt sich vor, dass beginnende Spezialisierung in Bezug auf die Teleutosporennährpflanze sich zuerst in den Uredosporen, erst später in den Aecidiosporen zeigen müsse, und dass daher in einem gewissen Zeitpunkte die Uredosporen eine Spezialisierung zeigen könnten, welche die Aecidiosporen noch nicht haben. Gewiss ist dieser Gedanke, der mit genügender Vielseitigkeit noch nicht geprüft ist, sehr beachtenswert. Die Beispiele, auf die sich Neger bezieht, beweisen aber nicht. Für den Versuch Eriksson's (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 325), bei welchem die aus Sporidien der *Puccinia coronifera* von *Alopecurus* erzogenen Aecidien auf *Rhamnus Avena* infizierten, während die Uredosporen von *Alopecurus* auf *Avena* keinen Erfolg brachten, hat Eriksson selbst die Möglichkeit einiger Nachlässigkeiten bei der Ausführung zugegeben. Meine von Neger zitierten Versuche mit *Coleosporium Euphrasiae* und *Melampyri* beweisen aber noch weniger in Neger's Sinne, denn in allen Fällen, wo ich 1894 nur die Aecidien einer Nadel zur Aussaat verwandte, wurde auch nur eine Nährpflanze, *Alectorolophus* oder *Melampyrum*, infiziert; ausserdem habe ich im Jahre 1895 Versuche mit Aecidien angestellt, die aus *Coleosporium Melampyri* gezogen waren, und dabei gezeigt, dass diese *Alectorolophus* nicht infizierten (Klebahn, Kulturv. III. 13; IV. 257).

e) Verwendung der Spezialisierung des Schmarotzers zur Unterscheidung der Arten der Wirte.

Die Spezialisierung ist in manchen Fällen eine so scharfe, dass man daran denken könnte, mit Hilfe derselben auf experimentellem Wege die

Unterscheidung von Arten unter den Wirtspflanzen zu Wege zu bringen. Dieser Gedanke wurde durch mir das Verhalten der auf *Salix purpurea* lebenden *Melampsora Ribesii-Purpureae* nahegelegt. Dieser Pilz infizierte bei meinen Versuchen ausser *Salix purpurea* auch eine von der betreffenden Baumschule als *S. mollissima* (= *amygdalina* × *viminalis*) bezeichnete Weide, während weder *S. viminalis* noch *S. amygdalina* sich als empfänglich erwiesen. Da dies auffällig erschien, wurde die Bestimmung der Weide genauer geprüft, und es ergab sich, dass es sich um *Salix rubra* (= *S. purpurea* × *viminalis*) handelte (Klebahn, Kulturv. IX, 665; X, 17). Nach dem Titel zu schliessen, beschäftigt sich ein Artikel Eriksson's, der mir nicht zugänglich war, mit einem ähnlichen Gegenstande. Der Artikel heisst: „Ein parasitischer Pilz als Index der inneren Natur eines Pflanzenbastards (Bot. Notiser 1895) und behandelt nach dem Jahresbericht *P. dispersa* f. *Tritici* auf einem Bastard von Weizen und Roggen.

f) Pleophagie im Gegensatze zur Spezialisierung.

Die enge Spezialisierung auf wenige ganz nahe verwandte Wirte ist übrigens unter den Rostpilzen keineswegs eine ausnahmslose Regel. Ein in sehr auffälliger Weise abweichendes Verhalten zeigt *Cronartium asclepiadeum*, das nach den Untersuchungen von Fischer (Entw. Unt. 90; Schweiz. Bot. Ges. 11. 1901), die ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann (Kulturv. X. 136 [32]), einander im System so fern stehende Pflanzen, wie *Vincetoxicum officinale* und *Paeonia tenuifolia, peregrina* etc. befällt und nach meinen eigenen Beobachtungen ausserdem noch auf *Nemesia versicolor*, eine Scrophulariacee, überzugehen vermag (Klebahn, Kulturv. XI. 20). In diesem Falle ist es nötig geworden, die früher als getrennte Arten beschriebenen Pilze zu einem einzigen zusammen zu ziehen. Auf die dem *Vincetoxicum asclepiadeum* im System und auch habituell viel näherstehende *Gentiana asclepiadea* geht *Cronartium asclepiadeum* übrigens merkwürdigerweise nicht über, so dass das auf dieser Pflanze lebende *Cronartium* als eine besondere Art angesehen werden muss.

Ein weniger auffälliges Beispiel dieser Art bieten wahrscheinlich *Caeoma Chelidonii* und *C. Fumariae*, deren Identität aus einem meiner Versuche zu folgen scheint. Weitere Beispiele sind bisher nicht mit Sicherheit bekannt geworden. In den meisten Fällen, wo ein scheinbar einheitliches Pilzmaterial gleichzeitig sehr verschiedene Nährpflanzen infiziert, handelt es sich, wie mehrfach nachgewiesen wurde, um Mischungen solcher Pilze, die in einer Generation morphologisch identisch sind. So

habe ich z. B. wiederholt mit demselben Pilzmaterial auf *Carex acuta* zugleich *Urtica* und *Ribes*, mit demselben Material auf *Populus tremula* zugleich *Larix* und *Mercurialis*, mit einem anderen *Larix* und *Chelidonium*, mit demselben Material auf *Phalaris arundinacea* zugleich *Orchis* und *Convallaria*, mit einem anderen zugleich *Allium ursinum* und *Arum* infiziert und später durch Reinzucht bewiesen, dass es sich um Mischungen gehandelt habe.

g) Spezialisierung verschiedener Pilze auf derselben Nährpflanzengruppe.

Beachtenswert ist auch die Erscheinung, dass verschiedene Rostpilze sich gegen dieselbe Gruppe von Nährpflanzen hinsichtlich ihrer Spezialisierung sehr verschieden verhalten können. So befällt z. B. *Cronartium Ribicola* anscheinend sämtliche *Ribes*-Arten, wenn auch einzelne weniger leicht, z. B. *Ribes Grossularia;* auch das zu *Melampsora Ribesii-Viminalis* gehörende Caeoma macht zwischen den *Ribes*-Arten keinen auffälligen Unterschied. Unter den *Carex*-Puccinien, die Aecidien auf *Ribes*-Arten bilden, gibt es dagegen solche, die an *Ribes Grossularia* angepasst sind und dann *R. nigrum* gar nicht oder nur äusserst spärlich infizieren, und solche, die umgekehrt an *R. nigrum* angepasst sind und dann *R. Grossularia* kaum oder sehr wenig infizieren; ebenso scheint *Melampsora Ribesii-Purpureae* auf einige *Ribes*-Arten schwer überzugehen. In ähnlicher Weise befällt *Melampsora Ribesii-Viminalis* nur *Salix viminalis, M. Larici-epitea* dagegen ausser *Salix viminalis* auch *S. cinerea, aurita* und andere. Ebenso befällt nach E. Fischer *Puccinia Dioicae* in der Aecidienform *Cirsium oleraceum, palustre, heterophyllum, spinosissimum* und *rivulare*[1]), *Puccinia Caricis frigidae* dagegen nur die drei letztgenannten *Cirsium*-Arten. Nach Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 328) geht *Puccinia graminis* f. *Secalis* auf Roggen, Gerste, Quecke und *Elymus* über, während *Pucc. glumarum* auf diesen Gräsern vier verschiedene spezialisierte Formen bildet. Noch auffälliger ist das Verhalten der *Phalaris*-Puccinien; *Pucc. Smilacearum-Digraphidis* befällt *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum* und *Paris*, P. Convallariae-*Digraphidis* und *P. Paridi-Digraphidis* bilden nur auf je einer dieser Pflanzen ihre Aecidien. Diese Erscheinungen nötigen zu dem Schlusse, dass die Kräfte, welche das Verhalten der Pilze gegen verschiedenartige Nährpflanzen bestimmen, in den Pilzen selbst zu suchen sind, wenn sie auch unter dem Einflusse der Nährpflanzen auf die Pilze entstanden sein mögen. (Vgl. Kap. XVII.)

[1]) Diese Betimmung dieser Species ist nicht ganz sicher.

XIV. Abstufung der Unterschiede und Umgrenzung der Arten.

a) Abstufung der Unterschiede.

Ein ganz besonderes Interesse nehmen die Erscheinungen der Spezialisierung hinsichtlich der Auffassung des Speziesbegriffs in Anspruch.[1] Vergleicht man die verschiedenen Pilzformen, die gegenwärtig auf Grund ihres biologischen Verhaltens unterschieden werden müssen, hinsichtlich der trennenden Unterschiede mit einander und mit den früher unterschiedenen morphologischen Arten, so ergibt sich, dass alle möglichen Übergangsstufen vorkommen zwischen solchen Pilzen, die auf das deutlichste morphologisch getrennt sind, und solchen, die sich nur unwesentlich biologisch unterscheiden. Die Grenzen zwischen zweifellosen Arten und solchen Formen, die man nur noch als Varietäten oder Rassen bezeichnen kann, erscheinen vollständig verwischt. Die nachfolgenden Beispiele werden das des näheren zeigen. Der bequemeren Übersicht halber sind dieselben weiter unten auch in einer Tabelle zusammengestellt worden.

Gymnosporangium Sabinae und *G. clavariaeforme* oder *juniperinum* sind Spezies im alten Sinne; sie unterscheiden sich in beiden Generationen morphologisch sehr auffällig von einander, und dazu kommt die Wahl verschiedener Nährpflanzen in beiden Generationen. Ein ähnliches Beispiel bieten *Melampsora Larici-Capraearum* und *M. Allii-Fragilis*; nur ist hier der morphologische Unterschied in der Aecidiengeneration schon erheblich geringer und damit ein Übergang zu den weniger unterschiedenen Formen gegeben. Reihen wir daran *Gymnosporangium confusum* und *G. clavariaeforme,* so haben wir ein Beispiel zweier Pilze, die sich in beiden Generationen morphologisch und in der Teleutosporengeneration auch biologisch unterscheiden, in der Aecidiengeneration aber beide neben andern Wirten *Crataegus* zu infizieren vermögen und sich demnach mehr oder weniger gleich verhalten. *Melampsora Larici-Capraearum* und *Mel. Larici-Pentandrae* verhalten sich ähnlich, nur sind hier die morphologischen Unterschiede in der Aecidiengeneration sehr gering. Auch *Melampsora Ribesii-Viminalis* und *M. Larici-epitea* unterscheiden sich in beiden Generationen morphologisch, wenngleich in der Caeomageneration nur wenig. In der Caeomageneration sind sie biologisch verschieden, während in der Teleutosporengeneration

---

[1]) Auf die Bedeutung, welche die Spezialisierungserscheinungen der Rostpilze für die Auffassung des Speziesbegriffs haben, hat in einem lesenswerten Aufsatze bereits Farlow hingewiesen (Americ. Naturalist 32. 1898. 675).

wenigstens insofern Übereinstimmung besteht, als beide auf *Salix viminalis* zu leben vermögen.

In den folgenden Beispielen sind morphologische Unterschiede nur noch in der einen Generation vorhanden, oder sie sind wenigstens in der anderen so unbedeutend, dass sie für den vorliegenden Zweck nicht in Betracht kommen. *Puccinia coronata* und *P. coronifera* sind in der Teleutosporengeneration morphologisch, allerdings nicht sehr auffällig, verschieden und in der Regel auch biologisch verschieden, z. B. *P. coronata Holci* und *P. coronifera Lolii;* nur *P. coronata Holci* u. *P. coronifera Holci* sind biologisch gleich (s. unten); die Aecidien unterscheiden sich biologisch, aber nicht morphologisch. Umgekehrt sind bei *Puccinia Caricis* f. *hirtae* und *P. Pringsheimiana* die Aecidien biologisch und auch etwas morphologisch verschieden; die Uredo- und Teleutosporen, die allerdings auch geringe Unterschiede zeigen, sind biologisch verschieden. Morphologische und biologische Verschiedenheit der Uredo- und Teleutosporengeneration bei morphologischer und biologischer Gleichheit der Aecidien finden wir bei *Melampsora Ribesii-Viminalis* und *Mel. Ribesii-Purpureae,* ferner bei *Mel. Allii-populina* und *Mel. Allii-Fragilis, Pucciniastrum Epilobii* und *Calyptospora Goeppertiana* usw. Umgekehrt sind *Gymnosporangium Sabinae* und *G. confusum* ein sehr interessantes Beispiel morphologischer und biologischer Gleichheit der Teleutosporengeneration neben morphologischer und biologischer Verschiedenheit der Aecidien. Ein Beispiel für morphologische Ungleichheit (wenn auch sehr geringe) neben biologischer Gleichheit der Teleutosporen verbunden mit morphologischer Gleichheit neben biologischer Verschiedenheit der Aecidien bieten die beiden auf *Holcus*-Arten lebenden Formen von *Puccinia coronata* und *P. coronifera*. *Melampsora Larici-Capraearum* und *M. Larici-epitea* würden sich anreihen als Beispiel eines Übergangs zu solchen Pilzen, bei denen die morphologische Verschiedenheit der Teleutosporen mit biologischer Gleichheit der Teleutosporen und morphologischer und biologischer Gleichheit der Aecidien verbunden ist.

In einer letzten Reihe von Fällen fehlen die morphologischen Unterschiede völlig oder sind dieselben äusserst gering; die biologischen Verschiedenheiten allein ermöglichen die Unterscheidung. Es sind zunächst solche Beispiele zu nennen, in denen beide Generationen sich biologisch verschieden verhalten. Hierher gehören *Puccinia Pringsheimiana* und *P. Magnusii,* bei denen die biologischen Unterschiede allerdings durch sehr feine morphologische, aber zur Bestimmung nicht verwendbare, verschärft werden, oder *Puccinia Dioicae* und *P. Caricis frigidae.* Zahlreicher sind die Beispiele, in denen nur die eine Generation sich verschieden

verhält. Biologisch verschiedene Teleutosporen bei gleichen Aecidien finden wir bei *Coleosporium Euphrasiae* und *Col. Melampyri*, denen sich die übrigen *Coleosporium*-Arten anreihen, soweit sie nicht durch das Auftreten mehr oder weniger bemerkbarer morphologischer Verschiedenheiten einer der früheren Gruppen angehören oder Übergänge zu denselben darstellen, ferner *Melampsora Larici-epitea* und *Mel. Larici-Daphnoidis*, *Puccinia graminis Secalis*, *Pucc. graminis Avenae* und *Pucc. graminis*

Uredo- und Teleutosporen		Aecidien		
Morph.	Biol.	Morph.	Biol.	
V	V	V	V	*Gymnosporangium Sabinae* und *clavariaeforme* oder *juniperinum*. *Melampsora Larici-Capraearum* und *Allii-Fragilis*.
V	V	V	=	*Gymnosporangium confusum* und *clavariaeforme*. (*Melampsora Larici-Capraearum* und *Larici-Pentandrae*).
V	=	V	V	(*Melampsora Larici-epitea* und *Ribesii-Viminalis*.)
V	V	=	V	*Puccinia coronata Holci* und *coronifera Lolii*.
=	V	V	V	*Puccinia Pringsheimiana* und *Urticae-Caricis hirtae*.
V	V	=	=	*Melampsora Ribesii-Viminalis* und *Ribesii-Purpureae*. *Melampsora Allii-populina* und *Allii-Fragilis*. *Pucciniastrum Epilobii* und *Goeppertianum*.
=	=	V	V	*Gymnosporangium Sabinae* und *G. confusum*.
V	=	=	V	*Puccinia coronata Holci* und *coronifera Holci*.
V	=	=	=	(*Melampsora Larici-Capraearum* und *Larici-epitea*).
=	V	=	V	*Puccinia Pringsheimiana* und *Magnusii*. *Puccinia Dioicae* und *Caricis frigidae*.
=	V	=	=	*Coleosporium Euphrasiae* und *Melampyri*. *Melampsora Larici-epitea* und *Larici-Daphnoidis*. *Puccinia graminis Secalis*, *graminis Avenae* und *graminis Tritici*.
=	=	=	V	*Puccinia Convallariae-Digraphidis* und *Smilacearum-Digraphidis*. *Puccinia Conopodii-Bistortae* und *Angelicae-Bistortae*. *Puccinia Pringsheimiana* und *Ribis nigri-Acutae*. (*Melampsora Rostrupii* und *Magnusiana*).
V	=	V	=	Typen, zu denen keine Beispiele gefunden wurden.
=	V	V	=	
=	=	V	=	

Anm.: Morph. bedeutet morphologisch, Biol. bedeutet biologisch, V bedeutet verschieden, = bedeutet gleich.

Tritici usw. Umgekehrt finden sich biologisch sich gleich verhaltende Teleutosporen neben biologisch verschiedenen Aecidien bei *Puccinia Convallariae-Digraphidis* und *P. Smilacearum-Digraphidis,* denen sich die übrigen auf *Phalaris arundinacea* lebenden Rostpilze vom Typus der *Puccinia sessilis* mit mehr oder weniger verschärften Unterschieden anreihen; ferner *Puccinia Conopodii-Bistortae* und *P. Angelicae Bistortae, Pucc. Pringsheimiana* und *P. Ribis nigri-Acutae* usw. Auch die Formen von *Melampsora Tremulae* würden hierher zu stellen sein, soweit nicht morphologische Unterschiede die biologischen unterstützen.

b) Abgrenzung der Arten und Rassen.

Wenn auch die im Voraufgehenden erwähnten und in der Tabelle zusammengestellten Rostpilze nicht alle genau in das Schema passen, namentlich deshalb, weil es nicht immer möglich ist, zu sagen, ob wirklich morphologische Unterschiede völlig fehlen oder nicht, und auch, weil die morphologischen Unterschiede selbst von sehr verschiedenem Werte sind, so geht doch das Eine zweifellos daraus hervor, dass so ziemlich alle Übergangsstufen zwischen solchen Pilzen, die sich in beiden Generationen sowohl morphologisch wie auch biologisch scharf von einander unterscheiden, und solchen, die nur in einer Generation und nur biologisch verschieden sind, vorkommen. Es ist aus diesem Grunde auch nicht möglich, zwischen denjenigen Formen, die als „Species“ und denjenigen, die nur als „Rassen“ angesehen werden können, eine scharfe Grenze zu ziehen. Nun könnte es zwar dem Biologen gleichgiltig sein, ob zwei von ihm als verschieden erkannte Pilze den Rang von Arten oder den von Formen oder Rassen haben; für ihn bilden die Feststellung der Lebensweise, die Auffindung der Verschiedenheit und die Charakterisierung der Unterschiede das wissenschaftliche Ergebnis, nicht die Aufstellung neuer Arten. Aber für den die einzelnen Formen rubrizierenden Systematiker ist es doch wichtig oder mindestens bequem, zu wissen, was er als Spezies und was er als Varietas usw. buchen soll. Es kommt hinzu, dass man nach den Ergebnissen neuerer Forschungen dem Begriffe der Spezies doch einen tieferen Sinn scheint beilegen zu müssen, als den einer blossen Kategorie zur bequemeren Übersicht über die Lebewesen. Man vergleiche das über H. de Vries' Auffassung des Speziesbegriffs im folgenden Kapitel Gesagte. Daher erscheint es doch angezeigt, an dieser Stelle wenigstens einige Gesichtspunkte anzugeben, die bei dem vorliegenden Gegenstande in Betracht kommen, wenn es auch nicht möglich ist, von den einzelnen Formen der Rostpilze zu sagen, wieweit sie Arten und wieweit sie nur Formen sind.

Zunächst wird es wohl keinen Widerspruch finden, wenn alle diejenigen Pilze als Spezies bezeichnet werden, die wenigstens in einer Generation genügende morphologische Unterschiede zeigen. In diesem Sinne hat sich schon 1875 F. v. Thümen ausgesprochen (5. Bericht Bot. Ver. Landshut). Schon damit aber wird es nötig, Pilze, die man früher für einheitliche Arten ansah, in Reihen von Arten zu zerlegen. Es sei nur an *Caeoma Laricis* erinnert, dessen zugehörige Teleutosporen zum Teil unbestreitbare Spezies sind, wenngleich die älteren Beobachter die verhältnismässig leicht wahrnehmbaren und wohl zu charakterisierenden Unterschiede nicht erkannt haben, z. B. *Melampsora Larici-Capraearum*, *M. Larici-Pentandrae*, *M. Larici-epitea*, *M. Larici-populina*.

Von dieser Zerlegung des *Caeoma Laricis* ist dann der Schritt zur Auflösung des *Peridermium Pini* f. *acicola* in eine Reihe von Arten nicht sehr weit, wenngleich hier die Unterschiede zwischen den verschiedenen *Coleosporium*-Formen, mit denen sie in genetischem Zusammenhange stehen, nur gering sind, zum Teil sogar vielleicht ganz fehlen. Eine genauere morphologische Vergleichung dieser Formen wäre übrigens noch auszuführen. Von den älteren Beobachtern sind die *Coleosporium*-Arten grösstenteils bereits unbedenklich als Arten angesehen worden, allerdings ohne genügende Begründung; dann haben die späteren Bearbeiter, die vergeblich nach Unterschieden suchten, sie zu einer geringeren Zahl von Arten zusammen gezogen. Diese letztgenannten erscheinen jetzt nach Feststellung der biologischen Verhältnisse als Sammelarten und müssen zum Teil wieder in die früheren Formen aufgelöst werden. So bezeichnet z. B. der Name *Coleosporium Sonchi* bei Winter, Schroeter etc. alle auf Kompositen lebenden Coleosporien nach Ausschluss des *Col. Senecionis*, das damals die einzige als heteröcisch bekannte Form war; jetzt erscheinen *C. Tussilaginis*, *C. Sonchi*, *C. Inulae* usw. als verschiedene biologische Arten.

Von den Coleosporien zu den formae speciales der Getreideroste ist wiederum nur ein Schritt. Hier beginnen nun bereits die Schwierigkeiten in Bezug auf die Frage, welche Rangstufe diese Pilze im System einnehmen sollen. Eriksson hat sich dafür entschieden, dieselben nur als „Formen" zu bezeichnen (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 329), und da man gewohnt war, *Puccinia graminis* als einheitliche Art anzusehen, da alle Formen dieses Pilzes das Aecidium auf der Berberitze bilden und die morphologischen Unterschiede, falls überhaupt vorhanden, äusserst gering sind, so hat diese Auffassung keinen Widerspruch gefunden. Bald darauf hat sich Eriksson allerdings genötigt gesehen, die Formen des Braunrosts zu Arten zu erheben, während er die Formen des Schwarz-

rosts und des Gelbrosts noch als formae speciales beibehält. Aber wie schon erwähnt, sind die Verhältnisse der Formen der *Puccinia graminis* von denen anderer Rostpilze, wo man unbedenklich „biologische Arten" oder „species sorores" geschaffen hat, nicht so wesentlich verschieden. Allerdings kommt hierbei ein besonderer Umstand in Betracht, nämlich die Verschiedenheit der Nährpflanzen. Je mehr sich die Nährpflanzen zweier Pilzformen unterscheiden, desto eher wird man geneigt sein, auch die Pilze weit von einander zu trennen. Nun sind die Wirte der Coleosporien, nämlich Compositen, Scrophulariaceen, Compositen usw., im Habitus im allgemeinen mehr von einander verschieden, als die Grasgattungen, welche Wirte der *Pucc. graminis* sind. Unbedingt entscheidend kann aber auch dieses Kriterium nicht sein, denn einmal ist wenigstens ein Beispiel bekannt, dass eine einheitliche Spezies Gattungen aus sehr verschiedenen Familien befällt *(Cronartium asclepiadeum)*, andererseits sind manchmal die Unterschiede zwischen Rostpilzen, die auf verschiedenen Spezies einer Gattung leben (*Salix*-Melampsoren), grösser als die zwischen solchen, die ganz verschiedene Gattungen befallen *(Melampsora „Tremulae"* und *Mel. „epitea")*. Wie verwickelt die Verhältnisse dieser Pilze werden können, und wie schwierig es ist, dieselben durch die üblichen Kategorien der Systematik, genus, species und varietas oder forma, auszudrücken, zeigt am besten ein Blick auf die Kronenroste der Gräser. Die *Puccinia coronata* der älteren Autoren war eine morphologische Spezies im alten Sinne. Jetzt müssen wir innerhalb derselben zunächst *Puccinia coronata* und *P. coronifera* als mehr biologische denn morphologische Spezies unterscheiden. Aber auch diese beiden Arten sind noch nicht einheitlich; innerhalb beider sind wieder spezialisierte Formen zu unterscheiden, *P. coronata Calamagrostis, P. coronata Holci, P. coronifera Lolii, P. coronifera Holci* usw., die man auch noch als biologische Spezies, species sorores, ansehen könnte, so weit sie von einander scharf getrennt sind, was mit mehreren von ihnen nach den bisherigen Untersuchungen der Fall ist. Gewisse Abweichungen in Eriksson's und meinen eigenen Versuchsergebnissen in Bezug auf die Identität der auf *Phalaris* und *Calamagrostis* lebenden Formen deuten aber darauf hin, dass in einigen Fällen vielleicht die Spezialisierung nicht ganz streng ist; genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand müssten gelegentlich noch angestellt werden.

c) Schärfe der Spezialisierung.

Damit kommen wir zu einem für die Auffassung der biologischen Arten und Rassen besonders wichtigen Moment, nämlich der verschieden abgestuften Schärfe der Spezialisierung.

In zahlreichen Fällen ist die Trennung der biologischen Arten eine durchaus strenge. Die Erkenntnis dieses Umstandes hat wesentlich dazu beigetragen, die Biologie als Mittel zur Unterscheidung der Formen zu verwenden. Das zu *Coleosporium Euphrasiae* gehörende Kiefernnadel-*Peridermium* z. B. lässt sich zwar auf *Alectorolophus* und *Euphrasia*, aber nicht auf *Melampyrum* und noch viel weniger auf *Senecio, Sonchus, Tussilago* usw. übertragen, das zu *C. Melampyri* gehörende *Peridermium* befällt nur *Melampyrum*, das zu *C. Senecionis* gehörende nur *Senecio*, nicht Arten der anderen Gattungen usw. Die auf *Convallaria* ihre Aecidien bildende *Phalaris-Puccinia* geht nicht auf *Arum, Allium ursinum, Orchis* usw. über, ebenso umgekehrt die ihre Aecidien auf *Arum* bildende *Puccinia* nicht auf *Convallaria, Allium, Orchis* u. s. f.

Weitere Forschung hat aber doch nach und nach eine Anzahl Beispiele weniger scharfer Trennung ergeben. Während z. B. die formae speciales *Secalis* und *Avenae* der *Puccinia graminis* nach Eriksson den Weizen nicht zu infizieren vermögen, soll die f. sp. *Tritici* gelegentlich auch auf *Secale, Hordeum* (gleichfalls Nährpflanze der f. sp. *Secalis*) und *Avena* einen schwachen Erfolg hervorbringen (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 298). Hitchcock und Carleton (Bull. 46. Kansas St. Agr. Coll. Exp. Stat. 1894. 3) kamen unabhängig von Eriksson zu einem ähnlichen Resultate. Dennoch könnte man wegen der allgemeinen Verbreitung der Getreideroste und wegen des massenhaften Vorkommens ihrer Sporen in der Luft behaupten, dass diese Erfolge auf einer störenden Fremdinfektion beruht hätten. Es ist daher wichtig, dass auch Versuche mit andern Rostpilzen, und zwar auch solche, bei denen Störungen leichter auszuschliessen sind, in einigen Fällen zu ähnlichen Ergebnissen geführt haben.

Ein Beispiel bieten die mit *Caeoma Laricis* in Verbindung stehenden Weiden-Melampsoren vom Typus der *Melampsora epitea*, nämlich *Mel. Larici-epitea* und *M. Larici-Daphnoidis*. Der erstgenannte Pilz hat mehrere „Hauptnährpflanzen", auf denen durch Aussaat der Aecidiosporen die Uredosporen leicht und auch annähernd gleich leicht zur Entwickelung gelangen, *Salix viminalis, cinerea. aurita, hippophaëfolia*. Auf diesen findet man ihn im Freien fast ausschliesslich, wenigstens habe ich ihn auf einer anderen Nährpflanze bisher nicht nachweisen können. In der künstlichen Kultur geht er aber auch, allerdings weniger leicht und spärlicher auf einige andere Arten über, die ich kurz „Nebennährpflanzen" nennen will, nämlich *Salix Capraea, fragilis, daphnoides, acutifolia*. Der zweite Pilz, morphologisch dem eben besprochenen völlig gleich und biologisch sehr ähnlich, infiziert leicht *Salix daphnoides* und besonders *S. acutifolia*, dagegen wurden bei den bisherigen Versuchen

S. aurita und *Capraea* gar nicht, *S. viminalis* sehr schwach und zweifelhaft infiziert, und auf *S. cinerea* wurde mit einem Material Erfolg erhalten, mit einem anderen nicht. Die beiden Pilze sind also zwar verschieden, aber doch nicht sehr scharf voneinander getrennt (Klebahn, Kulturv. VIII. 356; X. 34 [18]; XI. 13).

Als zweites Beispiel seien die zwei auf *Carex acuta* lebenden Puccinien genannt, die mit Formen der alten Species *Aecidium Grossulariae* in Verbindung stehen. *Puccinia Pringsheimiana* bildet ihre Aecidien auf *Ribes Grossularia* und auf einigen anderen *Ribes*-Arten. *Ribes nigrum* blieb bei meinen früheren Versuchen stets völlig immun. Neuerdings habe ich aber doch eine schwache Infektion dieser Pflanze zu Wege gebracht, indem ich ausserordentlich reichliches Infektionsmaterial über derselben ausbreitete und dann fünf Tage lang durch eine übergedeckte Glocke die Luft sehr feucht hielt. Es entstanden allerdings nur sehr wenige Infektionsstellen, und nur ein oder zwei Lager brachten reife Aecidien. Unter gleichen Umständen wurde *Ribes Grossularia* so stark infiziert, dass die ganze Pflanze sozusagen nur ein einziges Aecidienlager bildete und an der Infektion zu Grunde ging. Annähernd umgekehrt verhält sich *Puccinia Ribis nigri-Acutae*. Der eigentliche Aecidienwirt, *Ribes nigrum*, wird leicht und stark infiziert; auch auf einigen anderen *Ribes*-Arten entstehen Aecidien. Auf *Ribes Grossularia* werden zerstreute Spermogonienlager gebildet, die klein bleiben und bald absterben; nur ausnahmsweise reift ein Aecidium. In diesem zweiten Beispiel ist die Trennung der Pilze eine wesentlich schärfere; dennoch ist der Übergang unverkennbar, wenn derselbe auch vielleicht bloss in der künstlichen Kultur hervortritt (Klebahn, Kulturv. X. 144 [40]; XI. 42).

Als drittes Beispiel mögen die *Puccinia*-Arten vom Typus der *Puccinia Bistortae* genannt sein. *Pucc. Conopodii-Bistortae* und *P. Angelicae Bistortae* (= *Cari-Bistortae*) sind anscheinend scharf getrennte, in verschiedenen Gegenden einander vertretende (vicariierende) Spezies. Dagegen verhalten sich *P. Angelicae-Bistortae* und *P. Polygoni-vivipari* sehr merkwürdig. Beide bilden ihre Aecidien auf *Angelica silvestris*, unterscheiden sich aber durch das Vorhandensein der Spermogonien bei dem ersten, das Fehlen derselben bei dem zweiten Pilze. Die Uredo- und Teleutosporen des ersten können ausser auf *Polygonum Bistorta* auch spärlich auf *P. viviparum* gebildet werden, die des zweiten auch auf *P. Bistorta*, wenn auch anscheinend nur äusserst schwierig und in sehr spärlicher Menge (Klebahn, Kulturv. VII. 157 [43]; IX. 706; X. 143 [39]; XI. 39).

Besonders interessante Beispiele liefern die *Puccinia*-Arten auf *Phalaris arundinacea*, die morphologisch der alten Spezies *P. sessilis*

entsprechen. Sie bilden ihre Aecidien auf *Allium ursinum, Arum maculatum,* Orchideen usw., und die meisten von ihnen sind, soweit die Untersuchungen reichen, scharf voneinander getrennt. Ein sehr eigenartiges Verhalten zeigen aber die Formen, deren Aecidien auf den Maiblumen-Verwandten leben. Die zuerst von H. T. Soppitt (Journ. of. Bot. 27. 1890. 213) untersuchte *Pucc. Convallariae-Digraphidis* brachte nur auf *Convallariae majalis* Aecidien hervor; auf *Polygonatum multiflorum* wurden braune oder rote Flecken erzeugt; *Majanthemum bifolium* (Klebahn, Kulturv. V. 257ff.; Soppitt Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 7. 1897. 8) und *Paris quadrifolia* (Klebahn, l. c.) blieben völlig immun. Die Flecken auf *Polygonatum* beruhen darauf, dass die Keimschläuche der Sporidien in die Epidermiszellen eindringen und diese zum Absterben bringen, wobei sie dann selbst zu Grunde gehen, so dass keine Weiterentwickelung stattfindet (Klebahn, l. c.). Es ist also hier eine gewisse Andeutung eines Infektionsvermögens gegen *Polygonatum* vorhanden. Die von Plowright (Journ. Linn. Soc. 30. 1893. 43) untersuchte *P. Paridi-Digraphidis* brachte auf *Paris*, nicht auf *Convallaria* Aecidien hervor. Dagegen wurden in Deutschland von Magnus, Wagner und mir verschiedene Pilze aufgefunden, die gleichzeitig *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum* und *Paris* infizierten und diese Eigenschaft auch beibehielten, wenn sie aus den Aecidien einer dieser Pflanzen *(Polygonatum, Convallaria)* rein gezüchtet wurden (*P. Smilacearum-Digraphidis*). Man würde trotz dieser Befunde die erwähnten Pilze für scharf getrennte Arten halten können. Indessen deuten einige neuere Beobachtungen darauf hin, dass die Trennung doch vielleicht nicht so scharf ist. Verschiedene von mir untersuchte Materialien der *Pucc. Smilacearum-Digraphidis* zeigten ein etwas ungleichmässiges Verhalten gegen die vier Gattungen ihrer Wirte. *Polygonatum* wurde stets reichlich befallen, *Convallaria* ebenso stark oder schwächer, *Majanthemum* und *Paris* meist schwächer und ungleichmässig. (Näheres im speziellen Teile.) Es ist allerdings schwer, zu sicheren Schlüssen zu kommen. Die Zahl der ausführbaren Versuche bleibt eine beschränkte, und wenn auch von einer individuellen Disposition nicht die Rede sein kann, so hängt doch die Empfänglichkeit gegen die Sporidien vom Alter der Pflanzen und von gewissen Umständen ab, die man nicht genügend in der Hand hat. Bei den weniger leicht infizierbaren Pflanzen dürfte sich dies am ehesten störend bemerkbar machen. Besonders erwähnenswert ist noch die Auffindung eines Pilzmaterials, welches *Puccinia Convallariae-Digraphidis* fast gleich ist, sich aber durch ein geringes Infektionsvermögen gegen *Paris* (in der Reinkultur festgestellt) und vielleicht auch gegen *Majanthemum* (nach dem

Verhalten des im Freien gesammelten Materials) unterscheidet (Klebahn, Kulturv. VIII. 400; IX. 705; X. 148 [44]).

Endlich mag noch darauf hingewiesen sein, dass es möglich erscheint, durch Einwirkungen der künstlichen Kultur in einigen Fällen gewisse Änderungen in den Spezialisierungsverhältnissen hervorzurufen; es wird davon im folgenden Abschnitte des weiteren die Rede sein.

Je schärfer sich zwei biologisch verschiedene Pilze von einander scheiden, desto eher wird man berechtigt sein, sie als Arten zu bezeichnen; sind aber die biologischen Charaktere nicht so fest ausgeprägt und unterliegen sie der Veränderung, wird es richtiger sein, die betreffenden Pilze nur als Rassen anzusehen. Eine scharfe Grenze zu ziehen, ist aber nicht möglich, weil, wie das Vorstehende wohl zur Genüge zeigt, zu viele Abstufungen vorhanden sind. Es kommt dazu, dass die Untersuchung in jedem einzelnen Falle eine mühsame Arbeit ist, und dass infolge von schwer übersehbaren Verhältnissen die Intensitäten der Infektion oft etwas schwanken, und letzteres, wie schon bemerkt, um so mehr, je weniger leicht der Pilz die betreffenden Pflanzen zu befallen im Stande ist. Dem guten Takt des Bearbeiters wird es in vielen Fällen überlassen bleiben müssen, die Grenzen zwischen Art und Form zu ziehen. Weitere Untersuchung wird daran noch manches ändern, bald Zusammenziehungen, bald weitere Zersplitterungen für notwendig erweisen. Man sollte sich zwar tunlichst bemühen, die zersplitterten Formen in Gruppen zusammenzufassen, aber darum doch die Zersplitterung selbst nicht scheuen, denn sie ist fast überall mit der wachsenden Erkenntnis verknüpft gewesen und der beste Beweis für die genauere Untersuchung der betreffenden Pilze.

XV. Spezialisierung und Descendenztheorie.

Der im Voraufgehenden erörterte Zustand, dass es neben solchen Arten unter den Rostpilzen, die sich leicht und bequem von den übrigen, auch den näher verwandten, abgrenzen, auch zahlreiche andere gibt, die schwer von einander zu trennen sind, oder die aus einer Reihe wenig unterschiedener Rassen zusammengesetzt erscheinen, entspricht durchaus den Verhältnissen, die vorhanden sein müssen, wenn die gegenwärtigen Formen der Rostpilze, wie die Descendenztheorie es annimmt, sich durch eine fortlaufende Reihe von Veränderungen allmählich entwickelt haben oder auch zum Teil noch mitten in dieser Entwickelung begriffen sind. Mehrere der im vorigen Kapitel erwähnten Beobachtungen gestatten es, diese Gedanken noch etwas weiter zu verfolgen; es wird möglich, sich

gewisse Vorstellungen darüber zu bilden, wie die Phasen dieser Entwickelung in einzelnen Fällen verlaufen sein könnten, oder doch wenigstens, falls diese Vorstellungen falsch sind, gewisse Fragestellungen zu gewinnen. Es ist daher nötig, auf die betreffenden Erfahrungen noch einmal zurückzukommen.

Das Beispiel der *Puccinia Pringsheimiana* und der *P. Ribis nigri-Acutae* zeigt auf das deutlichste eine Spezialisierung in zwei entgegengesetzten Richtungen, die nach beiden Seiten ungefähr gleich weit fortgeschritten ist. Es liegt in diesem Falle sehr nahe, sich eine gemeinsame Grundform vorzustellen, die beide Aecidienwirte gleich stark infizierte; von dieser aus hätten sich die beiden Pilze entwickelt, wobei jeder die Fähigkeit, denjenigen Aecidienwirt, der für den anderen charakteristisch ist, zu infizieren, beinahe ganz verlor. Die Grenzen dieser Entwickelung wären zwei scharf getrennte biologische Arten; gegenwärtig ist noch ein schwacher Rest des Infektionsvermögens gegen die anderen Wirte vorhanden, aber er zeigt sich vielleicht nur noch unter den gesteigerten Infektionsbedingungen der künstlichen Kultur. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass die hypothetische Grundform auch jetzt noch vorhanden ist; einstweilen ist sie nicht gefunden. Aber das Verhalten der *Puccinia Ribesii-Pseudocyperi*, die ihre Teleutosporen allerdings auf einer anderen *Carex*-Art bildet und daher selbst diese Grundform nicht ist, weist auf die Möglichkeit einer solchen vermittelnden Form hin, denn von diesem Pilze wird *Ribes Grossularia* zwar schwächer infiziert als *R. nigrum*, aber doch erheblich stärker als durch *Pucc. Ribis nigri-Acutae*. Merkwürdig ist übrigens, dass die erwähnte entgegengesetzte Spezialisierung sich nur in Bezug auf *Ribes Grossularia* und vielleicht *R. rubrum* einerseits und *R. nigrum* andererseits zeigt; gegen andere *Ribes*-Arten, z. B. *R. alpinum* und *aureum*, verhalten sich die beiden Pilze nicht erheblich verschieden (Klebahn, Kulturv. VII. 148 [34]; VIII. 388).

Als weiteres Beispiel der entgegengesetzt gerichteten Spezialisierung können die schon oben erwähnten Pilze *Puccinia Angelicae-Bistortae* und *P. Polygoni-vivipari* genannt werden. Auch hier besitzt jede Form noch einen Rest des Infektionsvermögens gegen den Wirt der anderen; eine Zwischenform ist nicht bekannt.

Ein Beispiel, in welchem die Grenzformen der Entwickelung längst erreicht und zwei Arten entstanden sind, die bereits wieder einer weiteren Spezialisierung unterliegen, bilden *Puccinia coronata* mit Aecidien auf *Frangula Alnus* und *Pucc. coronifera* mit Aecidien auf *Rhamnus cathartica*. Es kann kaum zweifelhaft erscheinen, dass auch diese Pilze

auf eine gemeinsame, *Rhamnus* und *Frangula* infizierende Grundform zurückzuführen sind, obgleich sich davon gegenwärtig nichts nachweisen lässt.

Es gibt aber auch Fälle, in denen uns diese Grundform selbst, oder wenigstens eine solche Form, die ihr noch einigermassen nahe steht, vorzuliegen scheint, und wo daneben Pilze vorhanden sind, die sich von dieser Grundform aus nach irgend einer Richtung hin weiter entwickelt haben. Man könnte in diesen Fällen von einer Spezialisierung auf eine einzelne Nährpflanze (oder auf einen kleinen Kreis von Nährpflanzen) aus einer grösseren Gruppe reden.

Melampsora Larici-epitea und *Mel. Larici Daphnoidis* wurden im vorigen Abschnitte bereits genannt. Der erstgenannte Pilz, der einen verhältnismässig hohen Grad von Pleophagie zeigt, scheint die Grundform zu sein oder derselben nahe zu stehen; *Mel. Larici-Daphnoides* dürfte sich von dieser Form abgezweigt, sich an *Salix daphnoides* und *acutifolia* angepasst und zugleich das Infektionsvermögen gegen die anderen Wirte des erstgenannten Pilzes mehr oder weniger verloren haben (Klebahn, Kulturv. X. 34 [18]). Die der *Mel. Larici-epitea* eigene, durch die Nährpflanze beeinflusste Veränderlichkeit im Infektionsvermögen, von der weiter unten noch die Rede sein soll, stützt diese Vermutung.

Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die *Phalaris*-Puccinien, die mit Aecidien auf den Maiblumen-Verwandten in Verbindung stehen. *Pucc. Smilacearum-Digraphidis* erscheint als die Grundform oder steht derselben nahe. Dass auch dieser Pilz eine gewisse Veränderlichkeit in seinem Infektionsvermögen zu haben scheint, wurde im vorigen Abschnitte bereits angedeutet. Man kann sich also vorstellen, dass diese Veränderlichkeit zu einer engeren Anpassung an einzelne der Nährpflanzen und zum Verlust des Infektionsvermögens gegen die anderen geführt hätte, und dass so die beiden Formen *P. Convallariae-Digraphidis* und *P. Paridi-Digraphidis* entstanden wären. *P. Convallariae-Digraphidis* zeigt noch Spuren eines Infektionsvermögens gegen *Polygonatum* in dem Eindringen der Keimschläuche in die Epidermiszellen dieser Pflanze, das zur Entstehung der roten Flecken führt. Das englische Originalmaterial dieses Pilzes infizierte seinerzeit *Majanthemum* und *Paris* nicht. An einem aus deutschem Material isolierten Pilze, der hierher zu ziehen ist, war dagegen ein geringes Infektionsvermögen gegen *Paris* und am Rohmaterial auch gegen *Majanthemum* nachweisbar (Kulturv. IX. 705; X. 184 [44]). Man könnte sich also vorstellen, dass dieses Material eine letzte Entwickelungsstufe sei, die der im englischen Material im wesentlichen erreichten Grenzform vorangeht. Es wäre zwar auch möglich, dass dieses Material mit dem

englischen Pilze völlig identisch und das in dem letztgenannten noch enthaltene geringe Infektionsvermögen gegen *Majanthemum* und *Paris* seinerzeit nicht zur Geltung gekommen wäre; doch halte ich dies für weniger wahrscheinlich, weil ich die Versuche damals mit besonders grosser Sorgfalt angestellt habe und auch Soppitt in Bezug auf *Majanthemum* zu demselben Resultate gekommen ist. Mit *Pucc. Paridi-Digraphidis* sind bisher auf *Polygonatum* und *Majanthemum* keine Versuche ausgeführt worden.

Bei der vorstehenden Betrachtung ist vorausgesetzt, und dies scheint wenigstens für die herangezogenen Beispiele auch das nächstliegende zu sein, dass die univoren Pilze sich aus plurivoren durch Verlust des Infektionsvermögens gegen einen Teil ihrer Wirte entwickelt haben. Als Ursache der Veränderung hat man Einwirkungen angesehen, die von den Nährpflanzen auf die Schmarotzer ausgeübt werden, die aber, weil die Nährpflanzen lebende Organismen sind, durchaus nicht in erster Linie Einflüsse der Ernährung zu sein brauchen. Wenn ein Pilz durch äussere Umstände, wesentlich durch die Verbreitung der Nährpflanzen, gezwungen wird, immer wieder dieselbe Nährpflanzenart zu befallen, soll er sich immer mehr an diese „gewöhnen" und darüber die Fähigkeit, auf den anderen Wirten weiter zu kommen, verlieren. Dieser Gedanke ist von P. Magnus (Hedwigia 33. 1894. 82) zuerst ausgesprochen worden, der damals die ausschliesslich an *Convallaria* und *Paris* angepassten *Phalaris*-Puccinien als „Gewohnheitsrassen" derjenigen Form bezeichnete, welche *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum* und *Paris* gleichzeitig befällt. In der Tat lässt sich mitunter nachweisen, dass die einseitig spezialisierten Pilze an solchen Lokalitäten angetroffen werden, wo von den möglichen Wirten nur der eine vorkommt. So ist z. B. nach Soppitt (Klebahn, Kulturv. V. 260) an dem Fundorte der *Pucc. Convallariae-Digraphidis Convallaria majalis* die einzige aus der Gruppe der Maiblumen-Verwandten vorkommende Pflanze. Dass dies aber keineswegs immer der Fall ist, wird unten gezeigt werden.

Auch Rostrup hat sich bald darauf (Overs. k. D. Vid. Selsk. Forh. 1896. 113) in ähnlichem Sinne ausgesprochen. Er sagt, seine Beobachtungen hätten ihm gezeigt, dass die Entstehung neuer Formen, Rassen oder Arten schneller und häufiger bei schmarotzenden Pflanzen zustande komme wie bei nicht schmarotzenden, und er sieht die Ursache dafür in dem Einflusse, den die verschiedenen Nährpflanzen auf Grund ihres anatomischen Baues, ihres Nahrungsinhaltes usw. auf den Schmarotzer ausüben.

Mit dem Ausdrucke „Gewöhnung" ist freilich zunächst nur ein bequemes Wort gewonnen, welches die uns unbekannten inneren Vorgänge

dadurch scheinbar dem Verständnis etwas näher bringt, dass es dieselben mit Verhältnissen aus unserem eigenen Leben vergleicht. Zur Erklärung der kausalen Zusammenhänge trägt der Ausdruck nichts bei; wir sind überhaupt von einem tieferen Einblicke in das Wesen der Spezialisierungserscheinungen noch weit entfernt. Dennoch ist es für die descendenztheoretischen Vorstellungen von grosser Bedeutung, festzustellen, ob sich eine „Gewöhnung" der Schmarotzer an bestimmte Wirte nachweisen lässt, d. h. ob sich aus dem längere Zeit fortgesetzten Wechselverhältnis zwischen einem Pilze und einem bestimmten seiner Wirte allmählich eine solche Beeinflussung der Eigenschaften des Parasiten ergibt, infolge deren der letztere mit besonderer Leichtigkeit diesen Wirt befällt, während er das Infektionsvermögen gegen die anderen verliert.

In den bisher besprochenen Beispielen hatten wir es mit ziemlich fortgeschrittenen Stadien der Spezialisierung zu tun, in denen mindestens wohl unterschiedene Rassen, wenn nicht gute biologische Spezies entstanden sind. Der gemeinsame Ursprung der biologischen Arten und Rassen wurde in diesen Fällen erschlossen, war aber nicht direkt zu beweisen. Aber auch die ersten Anfänge der Spezialisierung lassen sich verfolgen, und gerade diese dürften eine besondere überzeugende Kraft haben. Es mögen daher zunächst noch einige hierüber gemachte Erfahrungen Platz finden.

Bei einer grösseren Zahl von Versuchen mit *Melampsora Larici-epitea* gewann ich den Eindruck, als ob die Sporen des zugehörigen *Caeoma Laricis,* wenn sie aus Teleutosporen von *Salix aurita* oder *cinerea* erzogen sind, *Salix viminalis* weniger leicht infizieren als *S. aurita* und *cinera,* und umgekehrt, wenn sie aus Teleutosporen von *Salix viminalis* herstammen, *Salix aurita* und *cinerea* weniger leicht als *S. viminalis* (Klebahn, Kulturv. IX. 682; X. 35 [19]). Dieses „weniger leicht" äusserte sich in der Weise, dass der Erfolg auf der betreffenden Nährpflanze weniger reichlich war, später sichtbar wurde und mitunter auch ganz ausblieb. Zur Gewissheit wurde dieses Verhalten, als ich bei einer neuerlichen Versuchsserie die Caeomasporen verschiedenen Ursprungs unter allen möglichen Vorsichtsmassregeln auf genügend isolierte und genau bezeichnete Blätter derselben Nährpflanzenexemplare aussäte, so dass etwaige individuell verschiedene Empfänglichkeit ausgeschlossen und die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse genau dieselben waren (Kulturv. XI. 10).

Die folgende Übersicht stellt die Resultate der Versuche von drei Jahren zusammen; es bedeutet +! Erfolg reichlich, + mässig, (+) spärlich, — Aussaat ohne Erfolg, ... es fand kein Versuch statt.

Das Aussaatmaterial stammte von	Aussaat auf Salix viminalis		Salix aurita		Salix cinera		
	Erfolg	nach Tagen	Erfolg	nach Tagen	Erfolg	nach Tagen	
Salix cinerea	+	21	+	10	+	10	1900
	(+)	8	....	....	+!	8	1901
	(+)	15	+!	12	+!	7	1902
Salix viminalis	+!	10	—	21	(+)	10	1900
	+!	7	+	7	+	9	1901
	+!	7	(+)	15	+	7	1902

Ein ähnlicher Einfluss der Nährpflanze auf das Verhalten des Pilzes ist auch bei *Melampsoridium betulinum* vorhanden. Aecidiosporen, die aus Teleutosporen von *Betula pubescens* erzogen waren, brachten auf *Betula pubescens* sehr schnellen und reichlichen Erfolg hervor; *B. verrucosa* wurde teilweise beim ersten Versuch überhaupt nicht infiziert, oder der Erfolg trat langsamer hervor und blieb weniger reichlich (Klebahn, Kulturv. XI. 30). Über neuere Versuche mit diesem Pilze siehe den speziellen Teil.

Endlich möchte ich noch auf ein paar Erfahrungen hinweisen, die E. Fischer (Entw. Unt. 41) gemacht hat. Teleutosporen der *Puccinia Caricis montanae,* die aus Aecidien von *Centaurea Scabiosa* gezogen waren, infizierten *Centaurea Scabiosa* leicht und reichlich, *Centaurea montana* nicht oder spärlich; die aus Aecidien von *Cent. montana* gezogenen Teleutosporen infizierten *Cent. montana* leicht. *Cent. Scabiosa* unsicher. Vielleicht liegt aber hier schon mehr als beginnende Rassenbildung vor.

Die vorgeführten Beispiele beruhen auf der Beobachtung von Pilzen, die bei der Untersuchung zufällig Eigenschaften gezeigt haben, durch welche sie sich hinsichtlich der uns beschäftigenden Frage verwerten lassen. Wichtiger erscheint es, der Frage, ob die Nährpflanzen einen spezialisierenden Einfluss auszuüben vermögen, durch den direkten Versuch näher zu treten, indem man einen plurivoren Pilz längere Zeit unter ausschliesslicher Verwendung einer einzigen Nähr-

pflanze kultiviert. Man darf allerdings nicht erwarten, schon nach wenigen Generationen zu einem bestimmten Resultate zu kommen, sondern die Kultur muss jahrelang fortgesetzt werden. Dadurch wird diese Untersuchungsmethode allerdings sehr mühsam und in ihrer Durchführung von vielen Zufälligkeiten abhängig. Bei genügend langer Fortführung der Kultur muss sich aber schliesslich eine Antwort ergeben.

Ich habe seit 1892 *Puccinia Smilacearum-Digraphidis* in Kultur und verwende dabei zur Weiterzucht ausschliesslich die auf *Polygonatum multiflorum* erhaltenen Aecidien. Der Zweck der Versuche ist, festzustellen, ob sich auf diesem Wege mit der Zeit eine Rasse erhalten lässt, welche nur noch *Polygonatum* infiziert, oder deren Infektionsvermögen gegen die anderen Wirte wenigstens erheblich geschwächt ist. Der Pilz hat für diese Versuche vor anderen eine Anzahl Vorzüge. Eine ausgesprochene Neigung zur Spezialisierung kann aus dem, was im Voraufgehenden über denselben bereits mitgeteilt ist, erschlossen werden. Ferner lassen sich die Aussaaten auf den Aecidienwirten verhältnismässig exakt durchführen, und die Aecidien entwickeln sich stets leicht und reichlich; auch die Infektion von *Phalaris* gelingt leicht. Vor allem aber ist es wichtig, dass Verunreinigungen bei der Weiterkultur im Uredozustande nicht leicht zu befürchten sind, weil der Pilz keine so allgemeine Verbreitung hat. Schwierigkeiten bereitet es nur, stets ein genügendes Quantum Teleutosporen auf *Phalaris* zu ziehen; denn die natürlich in Töpfen zu haltenden Pflanzen bieten nicht immer die günstigsten Bedingungen, und man kennt auch die Verhältnisse, unter denen sich die Teleutosporen am besten bilden, nicht genügend. Aus diesem Grunde war es nicht alljährlich möglich, vergleichende Versuche anzustellen, sondern ich musste mehreremale zufrieden sein, wenn es gelungen war, durch Infektion von *Polygonatum* das Material wieder für ein Jahr zu erhalten. Ob es eine günstige Wahl war, gerade *Polygonatum* als Aecidienwirt zu wählen, lässt sich noch nicht übersehen; die Veranlassung dazu lag darin, dass sich das Ausgangsmaterial auf *Polygonatum* befand. Günstiger wäre es vielleicht gewesen, *Convallaria* zu wählen, weil die Spezialisierung in der Richtung auf *Convallaria* hin durch das Vorkommen der *Puccinia Convallariae-Digraphidis* vorgezeichnet ist. Die Resultate aus denjenigen Jahren, in welchen vergleichende Versuche ausgeführt wurden, sind in der folgenden Tabelle (S. 159) zusammengestellt (vgl. Klebahn, Kulturv. I—XI).

Es bedeutet + !! reichlich, + ! mässig, + schwach, (+) nur in Sporen, — gar nicht infiziert.

Versuche, *Puccinia Smilacearum-Digraphidis* auf *Polygonatum multiflorum* zu spezialisieren. Beginn 1892.

	Polygonatum multiflorum	*Convallaria majalis*	*Majanthemum bifolium*	*Paris quadrifolia*
1895	+!!	+!!	+!!	+
1897	+!!	+!	+	—
1898	+!!	+!	(+)	—
1902	+!!	+	(+)	—
1903	+!!	+	+!	—

Die Resultate von 1903 will ich noch etwas genauer angeben.

1. Versuch. *Polygonatum* 70 Stellen, alle gross werdend und reifend. *Convallaria* 2 Stellen gut reifend, 1 roter Fleck. *Majanthemum* wenige Stellen, keine reifend. *Paris* keine Infektion.

2. Versuch. *Polygonatum* alle Blätter sämtlicher Versuchspflanzen mit zahlreichen Stellen, alle gross werdend und reifend. *Convallaria*, von 30 Stellen 9 gut reifend. *Majanthemum* zwar gegen hundert Stellen, aber alle klein bleibend, nur wenige reifend. *Paris* keine Infektion.

Der Unterschied zwischen den Versuchsergebnissen von 1895 und denen von 1902 und 1903 ist so bedeutend, dass meines Erachtens ein Einfluss der 10jährigen Beschränkung des Pilzes auf *Polygonatum* als Aecidienwirt nicht zu verkennen ist. Das Infektionsvermögen des Pilzes gegen *Convallaria, Majanthemum* und *Paris*, namentlich aber das Entwickelungsvermögen (vgl. Kap. IVh) desselben auf diesen Pflanzen erscheint erheblich geschwächt. Der spezialisierende Einfluss der Nährpflanzen auf die Schmarotzer kann daher durch diese Versuche und durch die im Voraufgehenden erwähnten Beobachtungen für soweit festgestellt gelten, wie es einstweilen möglich ist.

Wir können uns also vorstellen, dass die Nährpflanzen auf die Entstehung der gegenwärtig vorhandenen Pilzformen einen Einfluss ausgeübt haben, und dass diese unter denselben Einflüssen weiteren Veränderungen unterliegen, so zwar, dass aus ursprünglich plurivoren Pilzen solche entstehen, die an einzelne Wirte oder eine geringere Zahl von Wirten angepasst sind.

Dennoch scheint mir damit eine genügende Klärung der vorliegenden Verhältnisse noch keineswegs gegeben zu sein. Bei den erwähnten Versuchen überrascht die Reichlichkeit des Erfolges, den man unter günstigen Umständen auf einigen der Nährpflanzen erhält, nachdem

dieselben Pflanzen in den voraufgehenden Jahren nur sehr schwach infiziert worden waren. Es muss danach festgestellt werden, dass diese Pilze doch ihre Eigenschaften mit grosser Zähigkeit festhalten, und dass, wenn auch die Einwirkung der Nährpflanzen unverkennbar ist, ihnen doch ein hoher Grad von Konstanz innewohnt.

Die Ansicht, dass die Spezialisierung der Parasiten ausschliesslich durch die Anpassung an die Nährpflanzen, und zwar unter dem Einflusse der in der Natur gegebenen Verbreitungsverhältnisse derselben vor sich gegangen sei, wird auch durch die Erfahrungen über diese Verbreitung nicht genügend gestützt. Gar nicht selten trifft man nahe verwandte spezialisierte Formen neben einander, in der einen Generation womöglich auf demselben Pflanzenindividuum an, und die trennenden Nährpflanzen zeigen keineswegs eine so gesonderte Verbreitung, dass die Spezialisierung dadurch erklärt werden könnte. Die Aecidien von *Coleosporium Euphrasiae* und *Melampyri* habe ich auf derselben Kiefer nachgewiesen, und ihre Wirte *Euphrasia* und *Melampyrum* kommen nicht selten gemischt vor (Klebahn, Kulturv. III. 13). Die Wirte von *Coleosporium Senecionis, Sonchi* und *Tussilaginis* sind so allgemein verbreitete und nicht selten gesellig wachsende Unkräuter, dass auch in diesem Falle die Spezialisierung infolge von Absonderung nicht verständlich scheint. Namentlich zeigen aber die Grasarten zum Teil ein so geselliges Vorkommen, dass die Entstehung der spezialisierten *Puccinia*-Arten auf Grund der Verbreitung allein wohl nicht zu erklären ist. Der Einwand, dass die spezialisierten Formen an einzelnen Stellen entstanden und dann in die anderen Gebiete eingewandert sein könnten, scheint mir kaum stichhaltig zu sein. Auch umgekehrt gibt es Fälle, wo eine Spezialisierung, die man nach der Verbreitung der Nährpflanzen für naheliegend halten sollte, nicht eingetreten ist. Mein Material von *Puccinia Smilacearum-Digraphidis,* das ich 1892 aus Aecidien auf *Polygonatum multiflorum* aus dem Lilienthaler Gehölz (Prov. Hannover, nördlich von Bremen) erzogen hatte, infizierte *Paris quadrifolia,* obgleich diese Pflanze in einem Umkreise von 15 km um den Fundort nicht vorkommt (Klebahn, Kulturv. IV. 264). Dieser Umstand war seinerzeit einer der Hauptgründe für mich, anzunehmen, dass auch die biologischen Merkmale der Pilze von grosser Konstanz seien und eine rasche Ausbildung von „Gewohnheitsrassen" durch zufällige An- oder Abwesenheit von Nährpflanzen nicht eintrete. Vielleicht lässt sich in diesem Falle eine Erklärung für das Ausbleiben der Spezialisierung in dem Umstande finden, dass der Pilz infolge des Vorhandenseins dreier Aecidienwirte an seinem Fundorte *(Convallaria, Polygonatum, Majanthemum)* eine gewisse Pleophagie

bewahrt hatte. Ein anderes Beispiel bietet *Cronartium asclepiadeum*. Ich vermag jetzt nicht festzustellen, ob die eigentliche Heimat dieses Pilzes in einem Gebiete liegt, wo *Vincetoxicum*- und *Paeonia*-Arten gleichzeitig vorkommen. Tatsache aber ist, dass derselbe im mittleren Deutschland, wo nur *Vincetoxicum* heimisch ist und *Paeonia* sich höchstens in Gärten angepflanzt findet, vielerwärts verbreitet ist. Trotzdem und trotz des Fehlens jeder näheren Verwandtschaft der Nährpflanzen ist die zu erwartende Spezialisierung auf *Vincetoxicum* als einzigen Teleutosporenwirt nicht eingetreten, während *Cronartium gentianeum*, das die *Vincetoxicum* viel näher stehende und habituell sehr ähnliche *Gentiana asclepiadea* bewohnt, eine selbständige biologische Art geworden ist (Fischer, Entw. Unt. 93; Ber. schweiz. bot. Ges. 12. 1902. [5]; Klebahn, Kulturv. X. 136 [32]; XI. 21).

Man wird durch die letzterwähnten Verhältnisse zu der Vermutung geführt, dass gewisse, auf unbekannten inneren Verhältnissen beruhende Entwickelungstendenzen, die allerdings durch die äusseren Umstände beeinflusst werden können, für die Entstehung der Formen massgebend sein müssen. Auch Jacky (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899. 344 [80]) neigt dieser Ansicht zu und nennt mehrere Beispiele, die dafür zu sprechen scheinen.

H. de Vries hat neuerdings, und wohl nicht mit Unrecht, versucht, den Gedanken der plötzlichen Veränderungen der Arten, der der alten Deszendenztheorie nicht ganz fremd, aber bei den neueren Vertretern durch die Vorstellung einer ganz allmählichen Veränderung durch Naturauslese zurückgedrängt war, wieder zur Geltung zu bringen und auf Tatsachen zu stützen. Die Zuchtwahl vermag die vorhandenen Eigenschaften (z. B. den Gehalt der Rübe an Zucker, die Zahl der Körnerreihen eines Maiskolbens) bis zu einem gewissen Maximum zu steigern. Aber die Zuchtrassen sind nicht konstant; ihre Erhaltung hängt von dem fortdauernden Einwirken der Auslese ab. Anders entstehen die Neuheiten des Gartenbaues. Sie sind plötzlich da und von Anfang an konstant; man braucht sie nur zu isolieren und vor dem schädlichen Einflusse der Kreuzung zu bewahren. In ähnlicher Weise denkt sich de Vries die Entstehung der Arten in der Natur. Die Arten sind konstant, aber zeitlich begrenzt; von Zeit zu Zeit tritt jede Art in eine „Mutationsperiode“. Ihre Samen bringen dann zahlreiche neue Arten hervor, die unter sich und von der Mutterart durch zwar sehr kleine, aber bestimmte Unterschiede verschieden sind. Arten, die kürzlich eine Mutationsperiode durchgemacht haben, erscheinen als aus sehr zahlreichen, sehr wenig verschiedenen, aber trotzdem völlig konstanten Varietäten zusammengesetzt

(Draba verna). Allmählich wirkt die Naturauslese ein und beschränkt die Zahl der Formen, indem sie die untauglichen zu Grunde gehen lässt. Innere Ursachen, über die wir zunächst nichts wissen, bedingen den Eintritt der Mutationsperioden und das Auftreten der neuen Merkmale, welche die neuen Arten charakterisieren. *Oenothera Lamarckiana* bildet ein Beispiel, an dem es möglich war, unter den Augen des Beobachters das Entstehen neuer Arten aus Samen derselben Mutterpflanze zu verfolgen (vgl. de Vries, Verh. Ges. Deutsch. Natf. u. Ärzte 73. Vers. 1901. 202; Die Mutationstheorie 1. Leipzig 1901; Deutsche Revue Dez. 1902).

Das Verhalten mancher Rostpilze weist grosse Ähnlichkeit auf mit dem solcher Pflanzen, die nach de Vries kürzlich eine Mutationsperiode durchgemacht haben. Alle diejenigen Beispiele wären zu nennen, wo die Aecidien wenig unterschiedener Teleutosporenformen oder die Teleutosporen wenig unterschiedener Aecidien sich auf einer einzigen Nährpflanze sammeln. Das bekannteste Beispiel würden die Gramineenroste vom Typus der *Puccinia graminis* abgeben. Es liegt nahe genug, eine Urform mit Aecidien auf *Berberis,* welche die Gramineen promiscue befiel, anzunehmen. Diese würde infolge einer Mutation in die gegenwärtigen Formen, die sich auf bestimmte Gramineenwirte beschränken, und vielleicht noch andere, die bereits untergegangen sein können, zerfallen sein. Mir scheint diese Vorstellung den tatsächlich vorhandenen Verhältnissen besser zu entsprechen, als der Gedanke, dass jede einzelne der spezialisierten Formen die Folge eines besonderen Gewöhnungsprozesses sei. Denn es dürfte, wie schon erwähnt, bei der grossen Verbreitung sowohl der meisten Gräser wie des Pilzes, Schwierigkeiten machen, sich die zum Zustandekommen derartiger Gewöhnungen erforderlichen Verbreitungsverhältnisse der Wirtspflanzen vorzustellen. Freilich wird durch die Annahme der Mutationen der Gedanke der Gewöhnung, für den, wie im Voraufgehenden gezeigt wurde, mancherlei spricht, anscheinend ganz ausgeschlossen, und man setzt rätselhafte innere Kräfte an Stelle der immerhin auf ein gewisses kausales Verhältnis hinweisenden Gewöhnung. Doch sind uns die näheren Vorgänge bei der Gewöhnung ebenso wenig bekannt, und es erscheint auch nicht ausgeschlossen, dass die in den Perioden der Konstanz etwa wirkenden Gewöhnungseinflüsse in den bei der Mutation eintretenden Veränderungen zur Geltung kommen.

In ähnlichem Sinne, wie das Beispiel der *Puccinia graminis,* lassen sich die Formen von *P. coronata* und *coronifera,* von *P. Ribesii-Caricis,* die des *Puccinia-sessilis*-Typus auf *Phalaris,* die des *Uromyces lineolatus* auf *Scirpus maritimus,* die *Coleosporium*-Arten und andere als auf Mutationen hindeutend verwerten.

Eine weitere Schwierigkeit in Bezug auf die Erklärung der Spezialisierungserscheinungen durch Selektion liegt in der vorauszusetzenden Pleophagie der ursprünglichen Formen. Dass es plurivore Rostpilze geben kann, lehrt das Beispiel des *Cronartium asclepiadeum.* Kürzlich ist es mir gelungen, mit *Melampsora Magnusiana* Erfolg auf *Corydalis* zu erhalten, so dass danach *Mel. Klebahni* mit *Mel. Magnusiana* zu vereinigen und auch dieser Pilz ein plurivorer wäre, der allerdings Angehörige einander ziemlich nahestehender Familien befiele. Dietel (Bot. Centr. 79. 1899. 81) hat in einem längeren Artikel die Frage der ursprünglichen Pleophagie der Rostpilze behandelt und sie durch zahlreiche Beispiele wahrscheinlich zu machen gesucht. Aber wie kann man sich diese Pleophagie entstanden denken, und ist sie eine notwendige Vorbedingung für die Spezialisierung?

Diese Frage berührt sich eng mit dem Problem der Entstehung des Parasitismus überhaupt. Wir kennen Übergänge zwischen parasitischer und saprophytischer Lebensweise der Pilze. Einige Parasiten lassen sich auf künstlichem Nährboden zu mehr oder weniger vollkommener Entwickelung bringen. Einige infizieren die lebende Pflanze und entwickeln sich hernach auf dem abgetöteten Gewebe zur Reife. Noch andere dringen in totes Gewebe ein und gehen von hier aus gegen das lebende vor. In den letzterwähnten Fällen könnte man den Saprophytismus als eine Vorstufe des Parasitismus betrachten. Dennoch erscheint es kaum möglich, sich die Entstehung des Parasitismus eines Pilzes, oder was dasselbe ist, das Ergreifen eines gewissen Wirtes durch einen Pilz, durch allmähliche Anpassung und mittels Selektion zu erklären. Denn einmal muss es das erste Mal gewesen sein, dass es dem Keimschlauch einer Pilzspore gelang, direkt in das lebende Gewebe des Wirtes einzudringen. Diesem Vorgange lässt sich das Plötzliche nicht nehmen, und wenn man sich auch das Vermögen des Keimschlauches, einzudringen, als unabhängig vom wirklichen Eindringen allmählich entstanden vorstellen wollte, so könnte doch darauf die Naturauslese keinen Einfluss gehabt haben, denn diese kann erst von dem Momente an in Kraft getreten sein, wo einige Sporen durch das tatsächliche Eindringen ihrer Keimschläuche in den lebenden Wirt von anderen sich zu unterscheiden begannen, und wo es den aus ihnen entstandenen Pilzen gelang, wieder Fortpflanzungsorgane zu bilden.

Die Pleophagie setzt das Ergreifen mehrerer verschiedenartiger Nährpflanzen von Seiten des Parasiten voraus. Dabei wird man sich entweder vorstellen müssen, dass der Pilz von Anfang an, d. h. sobald der Parasitismus auftrat, mehrere verschiedene Wirte befiel, oder dass er

successive den Kreis seiner Nährpflanzen vergrösserte. Im letzteren Falle sind wieder zwei Möglichkeiten zu unterscheiden; entweder war das Vermögen, verschiedene Pflanzen zu befallen, bereits vorhanden und kam erst dadurch allmählich zur Geltung, dass die betreffenden Pflanzen nach und nach mit dem Pilze in Berührung traten, oder die Eigenschaften des Pilzes änderten sich allmählich, und dadurch wurden Pflanzen befallen, die bisher widerstanden hatten.

Einerlei, in welcher dieser Weisen man sich das Zustandekommen der Pleophagie vorstellen will, so scheint es doch, dass man nicht umhin kann, aus dem inneren Wesen des Pilzes hervorgehende Veränderungen anzunehmen, die plötzlich auftreten können und jedenfalls durch die Selektion nicht unmittelbar beeinflusst werden.

Ob es nun richtiger ist, sich vorzustellen, dass die Pleophagie simultan entstanden ist, oder ob man eine successive Vergrösserung des Kreises der Wirte annehmen soll, darüber lässt sich augenblicklich nur sagen, dass die Möglichkeit des successiven Ergreifens neuer Wirte jedenfalls durch eine Anzahl von Beobachtungstatsachen gestützt wird.

Puccinia Malvacearum (s. Kap. IX), mit kultivierten Malvaceen *(Althaea)* aus Chile nach Europa verschleppt, ist hier auf die einheimischen *Malva*-Arten übergegangen.

Aus Samen gezogene Exemplare von *Senecio cordatus* Hornm. et Rich. (aus Neuholland), *Layia heterotricha* Hook. et Arn. (aus Californien), *Pericallis* sp. und *Cineraria papyracea* sind im Berliner Botanischen Garten von einheimischen Coleosporien ergriffen worden (Magnus, Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 385).

Peridermium Strobi, das Aecidium des *Cronartium Ribicola,* auf *Pinus Cembra* im östlichen Europa einheimisch (s. Kap. IX), ist auf die aus Nordamerika eingeführte Weymouthskiefer *(Pinus Strobus)* übergegangen, hat sich auf dieser zu einem verderblichen Schmarotzer entwickelt und die Fähigkeit, *Pinus Cembra* zu befallen, vielleicht mehr oder weniger verloren. Die zugehörige Uredo- und Teleutosporengeneration ist auf das gleichfalls aus Amerika eingeführte *Ribes aureum* übergegangen.

In den erwähnten Fällen sind allerdings die neuen Wirte nahe Verwandte der bisherigen, mit wahrscheinlich sehr ähnlichen Reaktionsverhältnissen des Protoplasmas, sodass der Schmarotzer zum Befallen derselben keine erheblichen Änderungen seiner eigenen Eigenschaften bedurfte.

Ein wesentlich höheres Interesse nimmt daher der kürzlich von mir nachgewiesene Fall des Übergehens des *Cronartium asclepiadeum* auf

Nemesia versicolor in Anspruch. Die Gattung *Nemesia* ist in Südafrika heimisch. Dort fehlen die Kiefern durchaus und damit zugleich die Existenzbedingungen des *Cronartium asclepiadeum;* denn dieser Pilz ist allem Anscheine nach in seiner Uredo- und Teleutosporengeneration streng einjährig und kann ohne das perennierende Aecidium nicht überwintern. Zudem ist *Nemesia versicolor* selbst eine einjährige Pflanze. Der Schluss ist also unvermeidlich, dass *Nemesia* in Europa neu von *Cronartium asclepiadeum* ergriffen worden ist. Nun ist diese Pflanze aber keine den bisherigen Wirten nahe verwandte, sondern eine Scrophulariacee, also eine Angehörige einer ganz anderen Pflanzenfamilie, und nur der Umstand, dass *Cronartium asclepiadeum* bereits zwei so verschiedene Wirte wie *Vincetoxicum* und *Paeonia* befällt, lässt diesen Übergang etwas weniger auffällig erscheinen.

In den im Voraufgehenden erwähnten Beispielen hat man sich ein plötzliches Ergreifen des neuen Wirts zu denken. *Nemesia versicolor* gelangte in den Bereich des *Cronartium asclepiadeum,* die Eigenschaften der Pflanze waren zufällig so, dass der Pilz sie befallen konnte, und die Infektion trat ein.

In anderen Fällen kann man sich eine allmählichere Entstehung der Pleophagie vorstellen. Mit bestimmten Materialien von *Puccinia Pringsheimiana* habe ich kürzlich eine verhältnismässig allerdings ausserordentlich schwache Infektion von *Ribes nigrum* zuwege gebracht. Es gelang auch, ein einziges Aecidienlager zur Reife zu bringen und mit den Sporen *Carex stricta* zu infizieren. Die erhaltenen Teleutosporen erwiesen sich als keimfähig. Ihr Infektionsvermögen gegen *Ribes Grossularia* ist allerdings ungeschwächt, und das gegen *Ribes nigrum* kaum erhöht. Es wäre aber denkbar, dass man durch wiederholte Übertragung auf *R. nigrum* allmählich eine Rasse erhalten könnte, deren Infektionsvermögen gegen *R. nigrum* zunimmt, sodass dieselbe diese Pflanze später vielleicht ebenso stark und zuletzt womöglich stärker infizierte, als den ursprünglichen Aecidienwirt.

Auch Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 300) ist der Meinung, dass es durch allmähliche Anpassung gelingen könnte, einen *Bromus*-Rost, der jetzt nur bestimmte *Bromus*-Arten befällt, auf sämtliche andere zu übertragen. Als sehr wesentlich für diese Anschauung erscheinen die Arten, die der genannte Verfasser später (Annal. mycol. 1. 1903. 139) als „bridgeing species" (überbrückende Arten) bezeichnet hat. Der Rost von *Bromus sterilis* entwickelt sich im allgemeinen auf den Angehörigen der *Serrafalcus*-Gruppe nicht; auf *Br. Krausei* und *Br. pendulinus* aber fällt ein Teil der Aussaatversuche positiv aus, und es wäre also denkbar,

dass der *Sterilis*-Rost durch die Vermittelung dieser Arten auf die anderen Arten der *Serrafalcus*-Gruppe übergehen könnte.

Auf diese Weise könnte man sich also vorstellen, dass aus univoren Pilzen plurivore hervorgehen, und indem diese in anderer Weise wieder zu univoren werden, dass auch der Wirtswechsel Änderungen erfahren könnte.

Im Zusammenhange mit diesen Gedanken mag auf die Erfahrungen hingewiesen sein, die auf dem Gebiete der Bakterien gewonnen worden sind. Es ist begreiflich, dass diese Organismen den abändernden Einflüssen des Substrats weit zugänglicher sein müssen, weil in kurzer Zeit ungezählte Generationen aufeinander folgen. Mit den Knöllchenbakterien der Leguminosen haben Nobbe und Hiltner (Centr. f. Bact. 6. 1900. 449) Umzüchtungsversuche gemacht. Mit Erbsenbakterien wurden Bohnen geimpft; aus den erhaltenen, nur klein bleibenden Knöllchen wurden Reinkulturen gewonnen und damit gleichzeitig Erbsen und Bohnen geimpft. Jetzt zeigte sich eine sehr merkliche Schwächung der Wirksamkeit dieser Bakterien gegen die Erbsen, eine bedeutende Steigerung der Wirksamkeit gegen die Bohnen. Diese Versuche wurden zwar unternommen, um zu zeigen, dass die Bakterien der verschiedenen Leguminosen-Arten nicht verschiedene Arten, sondern lediglich Anpassungsformen einer einzigen Art (*Bacillus radicicola* Beijerinck) seien; aber sie zeigen doch die Möglichkeit, die Eigenschaften des parasitischen Organismus durch Einwirkungen des Substrats abzuändern. Auch die Einwirkungen, durch die es gelingt, die Virulenz pathogener Bakterien abzuschwächen, möchten hier zu nennen sein. Pasteur hat durch Züchtung bei 42 bis 43° zwei in verschiedenem Grade abgeschwächte Milzbrandkulturen *(Bacillus anthracis)* gewonnen, von denen Vaccin I nur noch die allerempfänglichsten Tiere, nämlich Mäuse, tötete, während Vaccin II auch Meerschweinchen tötete, aber nicht mehr die etwas widerstandsfähigeren Kaninchen, die indessen ungeschwächten Bazillen leicht erliegen (cfr. Flügge. Mikroorganismen 1896. 230).

Was die andere oben gestellte Frage betrifft, ob die Pleophagie eine notwendige Vorbedingung für die Spezialisierung sei. so liegt nach dem Voraufgehenden wenigstens die Möglichkeit vor, dass die Pleophagie in gewissen Fällen nur ein Übergangsstadium gewesen sein könnte. Man kann sich vorstellen, dass der Schmarotzer, nachdem er das Vermögen, einen neuen Wirt zu befallen, erworben hat, in manchen Fällen das Vermögen, den alten Wirt zu befallen, rasch verliert. Dass dieses letztere so sei, ist bereits von Eriksson behauptet worden (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 300).

Als Resultat der gesamten vorstehenden Betrachtungen liesse sich etwa der folgende Gedanke aussprechen: Die Mannigfaltigkeit der vorhandenen biologischen Arten und Rassen scheint durch wechselweise vor sich gegangene Erweiterung und Verengerung der Kreise der Nährpflanzen zu stande gekommen zu sein. Diese Veränderungen, namentlich die Verengerung der Kreise, werden zwar durch Anpassung und durch Selektion beeinflusst, aber manche Erfahrungen weisen doch darauf hin, dass innere Entwickelungstendenzen, deren Wesen uns noch unbekannt ist, die Richtung der Entwickelung bestimmen.

XVI. Entstehung des Wirtswechsels.

Die Frage nach der Entstehung des Wirtswechsels bildet ein besonders schwieriges Problem, dessen Lösung augenblicklich noch weniger möglich erscheint als die der im voraufgehenden erwähnten Probleme, denn das Entstehen eines heteröcischen Rostpilzes aus einem autöcischen ist bisher noch von Niemand beobachtet worden. Dennoch dürfte es im Rahmen der vorliegenden Betrachtungen wünschenswert sein, die Ansichten, die sich darüber aufstellen lassen, bezugsweise die bereits geäussert worden sind, zusammenzustellen.

Eng verknüpft ist diese Frage mit dem Problem der phylogenetischen Entstehung der Rostpilze überhaupt und insbesondere ihrer verschiedenen Sporenformen. Das Vorhandensein der Spermogonien bei den Rostpilzen erinnert an gewisse Ascomyceten, und einer älteren Anschauung gemäss suchte man auch den phylogenetischen Anschluss der Rostpilze bei den Ascomyceten. So schliesst z. B. de Bary 1853 (Brandpilze 93) die „Aecidinei“ an die „Lichenes“, die „Uredinei“ aber, deren Zusammenhang mit den Aecidineen damals noch nicht erkannt war, an die Hymenomyceten an. Nach Feststellung des Zusammenhangs leitete man die gesamte Gruppe von den Ascomyceten ab und schloss an die Rostpilze die Tremellineen an. Noch Barclay (Trans. Linn. Soc. 3. 1891. 141) entwickelte eine Theorie, nach der er sich sporidienbildende (*Endophyllum*-artige) Aecidien als die ursprünglichste Sporenform dachte und von diesen aus bis zu den verwickeltsten Fällen der *Heteroeu*-Formen fortschritt. Auch Brefeld (Schimmelpilze IV. 168) schliesst noch 1881 die Rostpilze an die Ascomyceten an. Später aber (Unters. Gesamtgeb. Mycol. VIII. 1889. 230) stellt er sie zu den Protobasidiomyceten, an die Seite der Auricularieen, und hierin folgen ihm die neueren Mycologen (Dietel, Uredinales 34, usw.) Hierbei finden allerdings die in ihrer Funktion überhaupt noch rätselhaften Spermogonien keine rechte Deutung (vgl. Kap. XVIII).

Nach dieser Auffassung erscheinen die Sporidien entweder selbst als die älteste Sporenform der Uredineen oder wenigstens als mit der ältesten Sporenform von Anfang an verbunden. Dafür spricht nach Dietel (Bot. Centr. 32. 1887. 155) namentlich auch der Umstand, dass diese Organe keinem Rostpilze, dessen Lebenszyklus vollständig bekannt ist, fehlen. Demnach dürften Pilze, die nur Teleutosporen und Sporidien bildeten, also solche, die den sogenannten *Lepto-* und *Micro-*Formen entsprachen, die ältesten Uredineen gewesen sein (Dietel, Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891. 38; Bot. Centralbl. 79. 1899. 115; Lindroth, Act. soc. faun. flor. Fenn. 22. 1902. 195). Als später hinzugekommen müsste man sich die Aecidien und vielleicht als zuletzt entstanden die Uredosporen denken (vgl. Dietel, Bot. Centr. 32. 1887. 185ff; Flora 81. Erg. 1895. 403). Zwischen der Aecidiengeneration und der Uredogeneration besteht zwar in den meisten Fällen eine erhebliche Differenz. Dennoch gibt es Beispiele, wo sie einander ähnlicher sind. Den *Caeoma*-Aecidien und auch den Aecidien einiger *Puccinia*-Arten (*P. Kraussiana* Cke. und *P. Prainiana* Barcl.) fehlt die Peridie (Dietel, Flora 1891. 149); bei *Chrysomyxa* und *Coleosporium* werden die Uredosporen ähnlich den Aecidiosporen in Ketten gebildet; die Membran der Uredosporen von *Coleosporium* hat eine ähnliche Stäbchenstruktur wie die der Aecidiosporen; die Unterschiede zwischen den Aecidiosporen von *Coleosporium Senecionis, Chrysomyxa Ledi, Chr. Rhododendri* kehren bei den Uredosporen wieder (Dietel, Flora 1891. 141); bei *Puccinia Vilfae* stimmen Uredo- und Aecidiosporen in bestimmten Merkmalen überein (Arthur, Bot. Gaz. 1900. 274). Dazu kommt die in einigen Fällen vorhandene Ähnlichkeit der Funktion, insofern Aecidiosporen die Rolle der Uredosporen übernehmen, namentlich bei solchen Pilzen, wo ausser Teleutosporen nur Aecidien vorkommen. Dadurch gewinnt die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, dass die Uredosporen in manchen Fällen, namentlich bei *Coleosporium* und *Chrysomyxa*, lediglich eine Wiederholung der Aecidiengeneration sind, wie Dietel (Flora 1891. 148) meint, und, was für unseren Zweck in Betracht kommt, dass sie also später als die Aecidiosporen entstanden sind. In anderen Fällen mögen allerdings, wie Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891 (91)) meint, die Uredosporen aus Teleutosporen hervorgegangen sein.

Wie die mannigfaltigen Kombinationen der Sporenformen bei den Rostpilzen entstanden sind, ob durch vorschreitende Entwickelung aus den einfachsten Formen oder durch Rückbildung aus den sporenreichsten *Eu*-Formen ist eine Frage, die von Fall zu Fall verschieden zu beantworten sein dürfte, und die jedenfalls von Fall zu Fall untersucht

werden muss. Im ganzen scheint darüber noch wenig sicheres Material vorzuliegen.

Die Entstehung der Heteröcie wird man sich auf alle Fälle als eine fortschreitende Entwickelung zu denken haben. Zur Bildung der Teleutosporen trat die der Aecidien hinzu, vermutlich zuerst auf demselben Mycel. Dann dürften sich die Mycelien getrennt haben, so dass das Aecidienmycel aus den Sporidien, das Teleutosporenmycel aus Aecidien hervorging. Durch das Hinzukommen der Uredosporen wurden die Verhältnisse in den meisten Fällen verwickelter, und man kann hier die Fragen stellen, ob die Uredosporen einen Einfluss auf die Trennung der Mycelien ausgeübt haben, und ob die *-opsis*-Formen *(Gymnosporangium)* als durch Rückbildung oder durch Nichtausbildung der Uredosporen entstanden zu denken sind.

Der eigentliche Schritt zur Heteröcie ist die Verlegung der getrennten Mycelien der Aecidien und der Teleutosporen auf zwei verschiedene Nährpflanzen. Wie kam dieser eigentümliche Vorgang zu Stande?

Bei der Erörterung dieses Gegenstandes drängt sich wieder die Frage auf, ob es möglich ist, die Entstehung der vorhandenen Verhältnisse durch eine stetige Reihe unmerklicher Veränderungen zu erklären, oder ob es nötig ist, plötzlich eintretende grössere Veränderungen zu Hilfe zu nehmen.

Eine Entstehung des Wirtswechsels ganz ohne sprunghafte Entwickelung scheint nur unter der Annahme möglich zu sein, dass die Vorfahren der heteröcischen Rostpilze bereits auf den gemeinsamen Stammeltern ihrer Aecidien- und Teleutosporenwirte gelebt hätten, und dass der Wirtswechsel in Abhängigkeit von der Differenzierung der Wirte entstanden wäre. Die Stammpflanze A trug Aecidien und Teleutosporen eines Rostpilzes oder deren Vorfahren; indem sie in die neuen Formen A_1 und A_2 zerfiel, kamen die Aecidien auf A_1, die Teleutosporen auf A_2 zur Entwickelung.

Wenn es auch nicht bestritten werden kann, dass, sobald eine bestimmte Pflanze von einem Pilze befallen ist, auch die weitere Entwickelung des Pilzes mit derjenigen der Nährpflanze bis zu einem gewissen Grade Hand in Hand gehen muss, so lassen sich doch wohl kaum erhebliche Gründe für die soeben ausgesprochene Hypothese anführen. Man könnte darauf hinweisen, dass die heteröcischen *Puccinia*-Arten ihre Teleutosporen fast sämtlich auf Gräsern und Riedgräsern, ihre Aecidien auf anderen Monocotyledonen und auf Dicotyledonen bilden, dass die Melampsoreen im älteren Sinne ihre Aecidien meist auf Gymnospermen, ihre Teleutosporen auf Dicotyledonen bilden usw. Sieht man sich die

Verhältnisse aber näher an, so zeigen sich viele Schwierigkeiten. Beispielsweise müsste die Begründung der Arten *Melampsora Larici-Tremulae* und *Mel. pinitorqua,* die ja sehr wahrscheinlich ursprünglich eine einzige Art gewesen sind, schon zur Zeit der Trennung der Angiospermen von den Gymnospermen stattgefunden haben, die Begründung der Arten *Mel. Rostrupii* und *Magnusiana* könnte dagegen erst zur Zeit der Differenzierung der Dicotyledonen in ihre verschiedenen Gruppen eingetreten sein. Einen derartigen Unterschied zwischen diesen Pilzen zu machen, stehen dieselben einander jedoch viel zu nahe; es muss für sie ein im wesentlichen gemeinsamer und gleichzeitiger Ursprung gesucht werden. Die Beispiele liessen sich leicht vermehren. Auch ist ganz im allgemeinen betrachtet nicht eine so grosse Parallelität zwischen der Entwickelung der Rostpilze und der der Phanerogamen vorhanden, dass die obige Annahme sich rechtfertigen liesse. Es soll aber nicht bestritten werden, dass dieselbe nicht vielleicht für die Erklärung der Spezialisierung in einzelnen Gruppen eine gewisse Bedeutung gewinnen könnte. So würde es z. B. schon näher liegen, sich die *Gymnosporangium*-Arten in Verbindung mit der Zerspaltung der Pomaceen in ihre verschiedenen Gattungen entstanden zu denken, obgleich auch dafür besondere Gründe schwer anzugeben sind. Es mag übrigens noch bemerkt werden, dass diese Gedanken denjenigen nicht so ganz fern liegen, die kürzlich P. Dietel (Annal. mycol. 1. 1903. 12) über die Entstehung der Rostpilze der Rosaceen und Leguminosen ausgesprochen hat. Dietel ist geneigt, eine gemeinsame Urform anzunehmen, die bereits auf den gemeinsamen Stammeltern der Rosaceen und Leguminosen gelebt habe. Die Entstehung der gegenwärtigen Formen würde dann mit der Differenzierung der Nährpflanzen mehr oder weniger Hand in Hand gegangen sein.

Bei allen übrigen Vorstellungen, die man sich über die Entstehung des Wirtswechsels bilden kann, wird man stets an irgend einer Stelle plötzliche Veränderungen in den Entwickelungsgang einzuschalten haben.

Zunächst sei ein Gedanke erwähnt, der von Ed. Fischer (Entwickl. Untersuch. 1898. 115) ausgesprochen worden ist. Fischer setzt voraus, dass die Stammformen der heteröcischen Rostpilze zugleich autöcisch und plurivor waren, so zwar, dass sie sowohl auf der jetzigen Aecidiennährpflanze, wie auf der jetzigen Teleutosporennährpflanze ihre ganze Entwickelung durchmachen konnten, dass also z. B. *Puccinia coronata* sowohl auf Gramineen, wie auf *Rhamnus*-Arten als autöcischer Pilz zu leben vermochte. Durch schärfere Anpassung des Pilzes in der einen Generation an den einen Wirt mit gleichzeitiger Abgewöhnung von dem anderen und das entgegengesetzte Verhalten in der anderen Generation wäre der gegenwärtige Zustand

entstanden. Es gibt einige Tatsachen, die sich zur Stütze dieser Ansicht vorbringen lassen. Man kennt einen Rostpilz, allerdings nur einen einzigen der auf einer Grasart zugleich Teleutosporen und Aecidien bildet, *Puccinia graminella* (Speg.) Diet. et Holw., und schon Dietel (Bot. Centralbl. 32. 1887. 248; Uredinales 69) hat auf *Puccinia digitata* Ell. et Harkn. und *P. Mesneriana* Thüm. aufmerksam gemacht, Leptopuccinien vom Bau der *Pucc. coronata,* die auf *Rhamnus*-Arten leben und auf die hypothetische autöcische *Rhamnus-Puccinia* zurückweisen könnten.

Dennoch glaube ich mich gegen diese Ansicht Fischer's aussprechen zu müssen, wie dies auch bereits P. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 383) und Dietel (Bot. Centralbl. 79. 1899. 115) getan haben. Das letzterwähnte Beispiel lässt auch eine andere, zwar ähnliche, aber einfachere Deutung zu; wir kommen unten auf dasselbe, sowie auf die anderen Beispiele, die Fischer (l. c. 109) namhaft macht, zurück. Die Hauptschwierigkeit der Theorie Fischer's besteht nach meiner Meinung in dem autöcisch-plurivoren Zustande der Stammformen, den sie voraussetzt. Es fehlt völlig an einer Analogie dafür, dass ein Rostpilz auf zwei so verschiedenen Wirten, wie *Rhamnus* und Gramineen, in gleicher Weise seine volle Entwickelung zu durchlaufen vermöchte; man versteht nicht, warum der plurivore Pilz gerade *Rhamnus* und eine Anzahl Gräser und nicht zugleich noch zahlreiche andere Pflanzen als Wirte gewählt haben soll, oder, falls das letzte doch der Fall gewesen wäre, warum nicht irgend welche Anzeichen dieses Verhaltens übrig geblieben sind *(Lonicera? cfr. Pucc. Festucae).* Besonders wichtig aber scheint mir folgendes zu zu sein. Fischer sagt nichts darüber, wie er sich das Zustandekommen dieses autöcisch plurivoren Zustandes denkt; derselbe kann aber nicht von Anbeginn dagewesen sein, er muss auch entstanden sein, und diese Entstehung scheint mir, wie schon im vorigen Kapitel angedeutet wurde, nur durch plötzliche Veränderungen möglich zu sein. Wenn man aber doch genötigt ist, derartige plötzliche Änderungen anzunehmen — wie es ja auch die von de Vries vertretene Mutationstheorie tut — so lässt sich auch eine einfachere Vorstellung von der Entstehung des Wirtswechsels gewinnen. Diese würde allerdings zunächst nur ein Bild der vermutlich vorhanden gewesenen Vorgänge sein, nicht eine Erklärung; aber eine Erklärung lassen auch die Mutationen einstweilen nicht zu, und es wäre schon viel gewonnen, wenn man überhaupt erst ein einigermassen wahrscheinliches Bild von der allmählichen Entstehung der Heteröcie hätte.

Die erwähnte einfachere Vorstellung scheint mir eine Theorie zu enthalten, die auf Grund einiger bereits von de Bary (Bot. Zeit. 1879. 827) ausgesprochener Gedanken von Dietel (Bot. Centralbl. 32. 1887. 183 u. 248)

entwickelt worden ist. de Bary machte auf die Beziehungen aufmerksam, welche zwischen *Chrysomyxa Abietis*, *Chr. Rhododendri* und *Chr. Ledi* bestehen, und nahm einen gemeinsamen Ursprung dieser drei Pilze an, wobei es ihm wahrscheinlicher war, dass *Chr. Abietis* durch Fortfall der Aecidien bei einer *Chr. Rhododendri* ähnlichen Form, als dass *Chr. Rhododendri* und *Ledi* durch Neubildung derselben bei einem *Chr. Abietis* entsprechenden Pilze entstanden wären. Das mitunter zu beobachtende Aneinandergrenzen der Verbreitungsgebiete von *Chr. Rhododendri* und *Chr. Abietis* in manchen Alpentälern schien de Bary in diesem Zusammenhange nicht bedeutungslos zu sein.

Auch Dietel (l. c.) nahm anfangs an, dass die Grundform neben Teleutosporen bereits Aecidien gehabt habe; er dachte sich einen autöcischen Pilz auf der Fichte, aus dem *Chr. Abietis* durch Verlust der Aecidien, *Chr. Rhododendri* und *Ledi* aber durch Hinüberwandern der Teleutosporengeneration von der Fichte auf neue Wirte, *Rhododendron* und *Ledum,* entstanden wären. In ähnlicher Weise dachte sich Dietel auf Grund der Ähnlichkeit, welche die auf *Rhamnus*-Arten lebenden *Puccinia*-Arten (*Puccinia digitata* u. a.; siehe auch Uredinales 69) mit *Pucc. coronata* haben, als Urform der Kronenroste einen auf *Rhamnus* lebenden autöcischen Pilz, dessen Teleutosporengeneration später auf Gramineen übersiedelte. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 382) hat sich dieser Theorie im Wesentlichen angeschlossen. Dietel selbst aber änderte seine Theorie später etwas ab (Bot. Centr. 79. 1899. 81; Natur u. Schule 1. 1902. 214), indem er annahm, dass der ursprüngliche Pilz nicht bereits Aecidien besessen habe, sondern eine *Lepto-* oder *Micro*-Form gewesen sei. Demnach wäre also z. B. *Chrysomyxa Abietis* selbst oder ein dieser nahe stehender Pilz die Urform von *Chr. Rhododendri* und *Ledi,* ein *Puccinia Mesneriana* ähnlicher Pilz die Urform von *P. coronata* und *coronifera* usw. Als diese Urformen begonnen hatten, Aecidien (und eventuell Uredosporen) auszubilden, vermochten sie auf ihren ursprünglichen Wirten nicht mehr ihre volle Entwickelung zu durchlaufen (siehe unten) und verlegten daher ihre Teleutosporen (und Uredosporen) auf neue Wirte. In dieser veränderten Form der Theorie erscheint das autöcische Stadium des Pilzes nur als ein vorübergehender Zustand, der beseitigt wurde, weil er nicht zweckmässig war. In neuester Zeit hat sich namentlich auch Lindroth (Act. soc. faun. flor. Fenn. 22. 1902. 195) im Sinne dieser modifizierten Theorie ausgesprochen und in den Puccinien vom *Bistortae*-Typus neue interessante Beispiele kennen gelehrt.

In der folgenden Übersicht ist eine grössere Zahl solcher auf den Aecidienwirten lebender nicht heteröcischer Rostpilze zusammengestellt,

die morphologische Beziehungen zu den betreffenden heteröcischen Pilzen aufweisen, bezüglich auf solche Beziehungen zu prüfen wären, und die also eventuell zur Begründung der erwähnten Theorie in Betracht kommen können. Viele der Beispiele sind bereits von Fischer, andere von Dietel und anderen genannt. Mehrere sind erwähnt, in denen morphologische Beziehungen sicher fehlen. Es dürfte nützlich sein, nach weiteren Beispielen systematisch zu suchen und die in Betracht kommenden Sporen direkt zu vergleichen.

Nicht heteröcische Rostpilze auf dem Aecidienwirte heteröcischer.

a. Autoeu-Formen sind kaum bekannt. Die nachfolgenden zeigen nur geringe oder gar keine morphologischen Beziehungen zu den in Betracht kommenden heteröcischen Pilzen: *Puccinia variabilis* Grev. auf *Taraxacum officinale,* vgl. *P. silvatica; Pucc. Cirsii lanceolati* Schröt. auf *Cirsium lanceolatum,* vgl. *P. Dioicae* und *P. Caricis frigidae; Uromyces Acetosae* Schroet., auf *Rumex Acetosa,* vgl. *Puccinia Trailii.*

b. -opsis-Formen. *Puccinia Berberidis* Mont. auf *Berberis glauca* von Juan Fernandez (siehe de Bary, Monatsb. Akad. Berlin 1865. 31; Bot. Zeit. 1879. 845 [auch Abbild.]) hat Spermogonien und Aecidien und auf demselben Mycelium Teleutosporen vom Typus einer *Leptopuccinia.* Es liegt nahe, an Beziehungen zu *Puccinia graminis* zu denken, indessen ist die Ähnlichkeit zwischen den entsprechenden Sporenformen der beiden Pilze keine besonders grosse.

c. Brachy-Formen. *Puccinia Taraxaci* Plowr. hat keine morphologischen Beziehungen zu *P. silvatica.*

d. Hemi-Formen.[1]) Zwischen *Puccinia Rumicis-scutati* (DC.) Wint., sowie *P. Acetosae* (Schum.) auf *Rumex*-Arten und den heteröcischen *P. Phragmitis* und *P. Trailii* mit Aecidien auf *Rumex* scheinen nähere Beziehungen zu fehlen.

e. Micro-Formen. *Puccinia rhytismoides* Johans. auf *Thalictrum alpinum* ist den Teleutosporen von *Puccinia borealis,* dessen Aecidium auf *Thalictrum alpinum* lebt, sehr ähnlich (Juel, Oefversigt Sv. Vet. Akad. 1896. 216 [Abbildungen]; Fischer, Entw. Unters. 113). Ähnliche Beziehungen bestehen zu *P. persistens* und vielleicht zu einigen anderen Puccinien, deren Aecidien auf Ranunculaceen leben. Wie Lindroth (Act. soc. faun. flor. Fenn. 22. 1902. 193) auseinandersetzt, besteht

[1]) Vgl. die Bemerkungen in Kap. V.

grosse Ähnlichkeit zwischen *Puccinia Karstenii* Lindr. auf *Angelica silvestris* und *P. tumida* Grev. auf *Conopodium denudatum* [Teleutosporen und mitunter spärliche Uredosporen] einerseits, und den entsprechenden Sporen der biologischen Arten von *Puccinia Bistortae*, deren Aecidien auf *Angelica, Carum* und *Conopodium* leben, und *Puccinia Polygoni vivipari*, deren Aecidien auf *Angelica* leben, andererseits. Auf die Übereinstimmung einer nicht benannten Teleutosporenform auf *Conopodium* mit *Pucc. Bistortae* hatte bereits Dietel (Bot. Centr. 79. 1899. 84) aufmerksam gemacht. Die Vermutung der Übersiedelung der Teleutosporen von den Umbelliferen auf die *Polygonum*-Arten wird in diesem Falle noch durch die Tatsache gestützt, dass *Puccinia Bistortae* und *P. Polygoni vivipari* von den übrigen *Polygonum*-Puccinien erheblich abweichen. Eine gewisse Ähnlichkeit zeigt auch *Puccinia mammillata* Schroet. mit den genannten Puccinien, und damit könnte die von Bubák (Sitzb. böhm. Ges. 1900. 7) geäusserte und von Lindroth (l. c. 159) gestützte Vermutung harmonieren, dass dieser Pilz mit *Aecidium Bubakianum* Juel auf *Angelica silvestris* in Verbindung stehe. Durch Versuche ist indessen diese Vermutung nicht geprüft, und man kann gegen dieselbe auf Grund der hier vertretenen Theorie zweifelnd werden, wenn man sich vergegenwärtigt, dass *Puccinia septentrionalis*, die mit *Pucc. mammillata* weit mehr übereinstimmt (Abbildungen bei Juel, Oefv. Vet. Akad. Stockholm 1895. 383 und bei Bubák l. c.), wie mit *Pucc. Bistortae* und *Polygoni vivipari* (Abbildung bei Klebahn, Kulturv. V. 329; vgl. Juel, Oefv. Vet. Akad. Stockholm 1899. 10), ihr Aecidium nicht auf einer Umbellifere, sondern auf *Thalictrum alpinum* bildet.

Uromyces Solidaginis (Sommerf.) Niessl. ähnelt *U. Junci*, dessen Aecidien auf der mit *Solidago Virgaurea* verwandten *Pulicaria dysenterica* leben (E. Fischer, l. c. 113). Ebenso finden sich Beziehungen zwischen *Uromyces scutellatus* Schrank auf *Euphorbia Cyparissias* und *Uromyces Pisi* sowie *striatus*, deren Aecidien auf *Euph. Cyparissias* leben (Fischer, l. c. 113).

Zwischen *Puccinia Ribis* DC. und den auf *Ribes* ihre Aecidien bildenden *Carex*-Puccinien ist keine Übereinstimmung vorhanden, ebensowenig, wie es scheint, zwischen den letztgenannten nebst *Puccinia uliginosa* (Aecidien auf *Parnassia*) einerseits und den Saxitragaceen-Puccinien andererseits (cfr. Dietel, Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891. 35).

Ob *Pucc. Majanthemi* Diet. Beziehungen zu *Pucc. Digraphidis (sessilis)* besitzt, ist nach der Diagnose nicht sicher zu erkennen. Die Sporen könnten einigermassen übereinstimmen, für *P. Majanthemi* werden aber Paraphysen angegeben, die *P. Digraphidis* fehlen.

Zwischen *Uromyces Ficariae* (Schum.) Lev.[1]) auf *Ranunculus Ficaria* und *Ur. Poae* (Aec. auf *R. Ficaria*) fehlen nähere Beziehungen.

f. Lepto-Formen. *Chrysomyxa Abietis* mit seinen Beziehungen zu *Chr. Rhododendri* und *Ledi* wurde bereits besprochen. *Coleosporium Pini* Galloway (Bot. Gaz. 22. 1896. 433) auf *Pinus inops* könnte in ähnlichen Beziehungen zu den *Coleosporium*-Arten mit Aecidien auf *Pinus* stehen. Die Entwickelung des Pilzes zeigt übrigens einige Besonderheiten, durch die er von den übrigen Coleosporien etwas abweicht. Die Vergleichung von *Melampsora vernalis* Niessl. auf *Saxifraga granulata* mit *Mel. alpina* (Caeoma-Aecidium auf *Sax. oppositifolia*) ist nicht zulässig, da nach Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 384) die erstgenannte eine *Thecopsora* ist.

Aus der Gattung *Puccinia* ist eine grössere Zahl von Arten zu nennen, deren Sporen den Teleutosporen heteröcischer, die auf derselben Nährpflanze oder einer nahe verwandten ihre Aecidien bilden, ähnlich sind. *P. Mesneriana* Thüm. auf *Rhamnus Alaternus* in Portugal und *P. digitata* Ell. et Harkn. auf *Rh. crocea* in Californien wurden oben bereits erwähnt. Von ähnlichem Bau ist noch die auf *Rhamnus Staddo* in Abyssinien lebende *Pucc. Schweinfurthi* (P. Henn.) Magn. (siehe Magnus, Deutsch. Bot. Ges. 10. 1892. 45). *Puccinia ornata* Arth. et Holw. auf *Rumex britannicus* entspricht nach Dietel (Uredinales 69) im Teleutosporenbau *Pucc. Phragmitis* und *P. Trailii*, die ihre Aecidien auf *Rumex*-Arten bilden. Die folgenden Beispiele finden sich bereits bei Fischer (l. c. 110) erwähnt und zum Teil durch Abbildungen erläutert; *Puccinia Leucanthemi* Pass. auf *Chrysanthemum Leucanthemum* und *P. Aecidii Leucanthemi* mit Aecidien auf *Chrys. Leucanthemum; Puccinia Asteris* Duby auf *Centaurea Scabiosa* und *P. Caricis montanae* mit Aecidien auf *Centaurea Scabiosa;* dieselbe Art (*P. Asteris,* Sammelart?) auf *Cirsium oleraceum* und *P. Dioicae* mit Aecidien auf *Cirsium oleraceum;* dieselbe auf *Aster tripolium* und *P. extensicola* mit Aecidien auf *Aster tripolium: Puccinia Urticae* Barclay (Abbild. in Descriptive List II) und *P. Caricis* mit Aecidien auf *Urtica*.

Dietel (Bot. Centr. 79. 1899. 84) macht noch auf die folgenden Beispiele aufmerksam: *Puccinia Serratulae* Thüm. auf *Serratula* spec. und *P. Schroeteriana* mit Aecidien auf *Serratula tinctoria; Pucc. Dayi* Clint. auf *Lysimachia ciliata* und *P. Limosae* Magn. mit Aecidien auf *Lysimachia,* vgl. auch *P. Dieteliana* Syd. (Aec. und Tel. auf *Lysimachia*

[1]) *U. scutellatus* und *U. Ficariae* dürften sich trotz der spärlich auftretenden Uredosporen biologisch wie *Micro*-Formen verhalten.

clethroides); P. depressa Diet. et Neg. auf *Ribes glandulosum* und *P. Pringsheimiana* mit Aecidien auf *Ribes Grossularia; P. Jasmini* DC. auf *Jasminum fruticans* und *P. Jasmini-Chrysopogonis* mit Aecidien auf *Jasminum humile; P. Anemones-virginianae* Schw. auf *Atragene alpina* und *P. Agropyri* Ell. et Ev. mit Aecidien auf *Clematis.*

g. Isolierte Uredo-Formen. *Uredo Symphyti* DC. hat keine Beziehungen zu den heteröcischen Pilzen mit Borraginaceen-Aecidien, sondern gehört nach einer soeben erschienenen Mitteilung Bubák's zu einer *Melampsorella.*

h. Isolierte Aecidien. Hier müsste es sich um solche Aecidien handeln, die das Vermögen, sich selbst zu reproduzieren, erworben haben, also vielleicht *Endophyllum*-artig geworden sind. Auf nahen Verwandten des Wirts von *End. Euphorbiae-silvaticae* (DC.) Wint. sind auch Aecidien heteröcischer Rostpilze bekannt *(Uromyces Pisi, U. striatus).* Ob sich daraus Schlüsse ziehen liessen, mag dahingestellt bleiben. *Endophyllum Sedi* (DC.) Lév. und *Puccinia australis* können hier nicht genannt werden, da nach neueren Untersuchungen (Bubák, Centr. f. Bakt. 2. Abt. 1902. 126) *Endophyllum Sedi* ein echtes Aecidium sein soll. — *Peridermium Pini* (Willd.) Kleb. würde hierher gehören, falls diesem Pilze, wie Eriksson (Centr. f. Bakt. 2. Abt. 2. 1896. 379) meint, die Teleutosporen fehlen; ich bin aber einstweilen noch nicht überzeugt, dass dieser Pilz nicht heteröcisch ist.

Nicht unerwähnt mag in dem vorliegenden Zusammenhange eine von G. v. Lagerheim (Tromsö Mus. 1893. 149) ausgesprochene Vermutung bleiben, die den auf *Astragalus alpinus* lebenden *Uromyces lapponicus* Lagerh. betrifft. v. Lagerheim ist nämlich nicht abgeneigt, anzunehmen, dass dieser Pilz im Begriffe stehe, heteröcisch zu werden. Man hatte ursprünglich nur das Aecidium gefunden (*Aec. Astragali* Erikss., Skandinavien und Tirol). v. Lagerheim beobachtete dann an mehreren Orten einen *Uromyces* in solcher Verbindung mit dem Aecidium, dass ein Zusammenhang kaum zu bezweifeln ist. Auch E. Fischer (Bull. Herb. Boiss. 7. 1899. 421) fand den Pilz in der Schweiz mit Teleutosporen. Dennoch scheint das Aecidium stellenweise auch isoliert aufzutreten; v. Lagerheim fand es einmal ohne den *Uromyces* und Dietel suchte nach v. Lagerheim in Tirol vergeblich nach Teleutosporen. Man könnte diese Tatsache durch die Annahme erklären, dass die Teleutosporen dieses *Uromyces* an denjenigen Orten, wo das Aecidium allein gefunden wurde, auf eine andere Nährpflanze übergesiedelt seien, so dass der Pilz hier also heteröcisch geworden wäre. Es wäre sehr interessant, wenn sich die Richtigkeit dieser Hypothese nachweisen liesse; es muss aber ausdrücklich bemerkt

werden, dass es noch andere, vielleicht näherliegende Erklärungsmöglichkeiten gibt, und dass bisher noch nach keiner Richtung hin Kulturversuche mit den in Betracht kommenden Pilzen ausgeführt worden sind.

Die Zahl der Beispiele, welche als Stütze der Anschauung betrachtet werden können, dass die heteröcischen Rostpilze durch Auswandern der Teleutosporengeneration solcher Pilze entstanden sind, die auf der ursprünglichen einzigen Nährpflanze ausser Teleutosporen auch noch Aecidien bildeten oder zu bilden angefangen hatten, ist nach dem Voraufgehenden nicht ganz unbedeutend. Dass sie nicht grösser ist, darf nicht auffallen, da keine Notwendigkeit vorliegt, dass ausser dem heteröcischen Pilze auch noch andere Reste des ursprünglichen erhalten bleiben mussten.

Nur will es mir scheinen, dass es keineswegs unbedingt die Teleutosporengeneration gewesen sein muss, welche auswanderte. Die Schwierigkeiten für das Verständnis sind nicht grösser, wenn man sich vorstellt, dass der heteröcische Pilz ursprünglich auf der Teleutosporennährpflanze lebte, und dass dann die Aecidien auswanderten. Auch Dietel (Bot. Centr. 79. 1899. 116) hat diese Möglichkeit bereits erwogen, wenngleich die in Betracht kommenden Fälle nach seiner Darstellung mehr als Ausnahmen erscheinen. Eine Anzahl Beispiele, die sich zur Stütze dieser Vorstellung verwenden lassen, sind im Folgenden zusammengestellt.

Nicht heteröcische Rostpilze auf den Teleutosporenwirten heteröcischer.

a) Autoeu-Formen. *Melampsora Amygdalinae* Kleb. lebt autöcisch auf *Salix amygdalina.* Auf nahe verwandten *Salix*-Arten leben morphologisch ähnliche heteröcische *Melampsora*-Arten. Am nächsten steht *Mel. Larici-Pentandrae,* dann würden sich *Mel. Allii-Fragilis, Galanthi-Fragilis* und *Allii-Salicis albae* anreihen. Irgendwelche *Melampsora*-Teleutosporen auf den Caeoma-Wirten der Melampsoren sind dagegen nicht bekannt. Man könnte also eine Ur-*Melampsora* auf Weiden annehmen, die, nachdem sie Aecidien entwickelt, diese auf andere Pflanzen verlegte. — Eine in Grönland auf *Ledum palustre* und *L. Groenlandicum* lebende *Chrysomyxa* mit Aecidien auf der Oberseite der Blätter ist *Chrysomyxa Ledi* so ähnlich, dass Rostrup (Fungi Groenlandiae 535) sie geradezu damit identifizierte. Nach Lagerheim (Tromsö Mus. 16. 1893. 119) handelt es sich um *Chrysomyxa ledicola* (Peck) Lagerh., einen auch in Nordamerika verbreiteten Pilz. Auf Grund dieser Verhältnisse ist der Gedanke möglich, dass *Chrysomyxa Ledi* aus *Chr. ledicola* durch Übersiedeln des Aecidiums auf die Fichte entstanden wäre, also eine Auffassung, die der oben ausgesprochenen Ansicht von de Bary über den Ursprung

von *Chrysomyxa Ledi* und *Rhododendri* gerade entgegengesetzt ist. Um das Verhalten der *Chrysomyxa ledicola* mit der Theorie von de Bary in Einklang zu bringen, müsste man sich vorstellen, dass nach dem Eintreten der Heteröcie die auf *Ledum* übergesiedelten Uredo- und Teleutosporen sich von der Fichte unabhängig gemacht und auf ihrer nunmehrigen Nährpflanze ein eigenes Aecidum ausgebildet hätten. — *Uromyces Phaseoli* (Pers.) Wint. hat einige Ähnlichkeit mit dem heteröcischen *Uromyces Pisi*. Andere autöcische *Uromyces*-Arten auf Papilionaceen haben mehr abweichende Sporen. Dietel (Bot. Centr. 32. 1887. 249) nimmt allerdings auch für *Uromyces Pisi* ein Übersiedeln der Teleutosporen von *Euphorbia* auf die Papilionaceen an (siehe e der voraufgehenden Übersicht), und führt dabei den Gesichtspunkt ins Feld, dass die Papilionaceen für die Entwickelung der *Uromyces*-Arten einen besonders geeigneten Boden zu geben scheinen.

b) -opsis-Formen. Die schon oben erwähnte *Puccinia graminella* (Speg.) Diet. et Holw. auf *Stipa* sp. in Argentinien ist das einzige Beispiel einer *Puccinia*, die Aecidien auf einer Graspflanze bildet. Die Teleutosporen erscheinen, den Aecidien folgend, auf demselben Mycel, so dass ein Wechsel der Generationen allerdings nicht vorhanden ist. Das Vorhandensein dieses Pilzes beweist aber, dass auch auf grasartigen Pflanzen Aecidien vorkommen können, so dass also der Gedanke, den Ursprung einer heteröcischen *Puccinia* unter Umständen auf einer grasartigen Pflanze zu suchen, der Möglichkeit wenigstens etwas näher gerückt erscheint.

Ähnliches ist über *Gymnosporangium bermudianum* (Farl.) Earle zu sagen. Während die Gattung *Gymnosporangium* im übrigen fast ausschliesslich heteröcische Arten enthält, deren Aecidien auf Pomaceen und deren Teleutosporen auf Cupressineen leben, bildet diese Art ihre Aecidien, und zwar solche vom *Roestelia*-Typus, auf dem Cupressineenwirte *(Juniperus virginiana)*. Dieselben entstehen im Herbst auf Gallen, auf denen im nächsten Frühjahr die Teleutosporen folgen. Dagegen sind Teleutosporen vom *Gymnosporangium*-Typus auf Pomaceen bisher nicht bekannt geworden. Es spricht also einstweilen mehr für den Ursprung der heteröcischen Gymnosporangien auf dem Teleutosporenwirte als für den auf dem Aecidienwirte. Übrigens ist Dietel (Annal. mycol. 1. 1903. 10), wie es scheint, entgegengesetzter Ansicht. Er denkt sich eine gemeinsame Stammform von *Gymnosporangium* und *Phragmidium* auf Rosaceen und begründet dieselbe durch die Übereinstimmung beider Gattungen in einer Anzahl morphologischer Eigentümlichkeiten.

c—e) Brachy-, Hemi- und Micro-Formen kommen anscheinend nicht vor.

f) Lepto-Formen. *Chrysomyxa himalensis* Barcl. auf *Rhododendron arboreum* und *Rh. Hodgsonii* wäre *Chr. Rhododendri* an die Seite zu stellen, weicht aber morphologisch ab (vgl. unter a: *Chr. ledicola*).

g) Isolierte Uredo-Formen auf den Teleutosporenwirten können auch aus heteröcischen Pilzen entstehen und beweisen daher nichts für den vorliegenden Gegenstand.

h) Isolierte Aecidien scheinen nicht vorzukommen.

Sehr zahlreich sind die im Voraufgehenden erwähnten Beispiele, die für das Auswandern des Aecidiums bei der Entstehung der heteröcischen Rostpilze sprechen könnten, allerdings nicht, und man wird daher schliessen dürfen, dass in der Mehrzahl der Fälle der Ursprung des Pilzes auf dem gegenwärtigen Aecidienwirte zu suchen ist.

Noch eine andere Erscheinung gewinnt bei der Erörterung der vorliegenden Frage ein Interesse, nämlich die schon im XII. Kapitel erwähnte Zentralisierung des Wirtswechsels auf bestimmte Wirte, d. h. der Umstand, dass in zahlreichen Fällen einzelne Pflanzenarten die Träger der einen Generation mehrerer, miteinander morphologisch nahe übereinstimmender Rostpilze sind, während die andere Generation über mannigfaltige Pflanzenarten oder Familien verstreut ist. Man wird dadurch auf den Gedanken gebracht, den Ursprung der betreffenden Rostpilze auf der gemeinsamen Nährpflanze su suchen. Plowright (Gard. Chron. 9. 1891. 524) hat schon auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht und die gemeinsamen Wirte als „favourate hosts“ bezeichnet. Der Gegenstand berührt sich zugleich sehr nahe mit der schon mehrfach erörterten Frage, ob die ursprünglichen Rostformen als plurivor vorauszusetzen sind (Dietel, Bot. Centr. 79. 1879. 81).

Die heteröcischen *Coleosporium*-Arten z. B. wird man am einfachsten von einem auf der Kiefer lebenden *Coleosporium* (cfr. *Coleosp. Pini* Galloway) ableiten, das, nachdem es Aecidien entwickelt hatte, seine Teleutosporen auf verschiedene Dicotyledonen übersiedelte. Mit der Übersiedelung kann der Zerfall in die gegenwärtig vorhandenen, biologisch verschiedenen Arten verbunden gewesen sein; man kann sich aber auch vorstellen, dass der Pilz zunächst noch eine biologische Einheit bildete, also plurivor wurde und erst später in spezialisierte Formen zerfiel. Weit weniger wahrscheinlich als der Ursprung des Pilzes auf der Kiefer erscheint die Annahme, dass die auf verschiedenen Dicotyledonen lebenden Coleosporien beim Suchen nach einem Aecidienwirte sämtlich auf die Kiefer verfielen, und diese Annahme bleibt auch unwahrscheinlich unter der Voraussetzung, dass die Übersiedelung auf die Kiefer zu einer Zeit

stattfand, wo die Coleosporien auf den zahlreichen Wirten noch eine biologische Einheit bildeten.

Genau die umgekehrten Verhältnisse treffen wir bei den auf *Phalaris arundinacea* lebenden *Puccinia*-Arten vom Typus der *Pucc. sessilis,* die mit Aecidien auf verschiedenen Monocotyledonen in Verbindung stehen. Hier scheint mir die Theorie von der Auswanderung der Teleutosporen nicht anwendbar zu sein; wie soll man es erklären, dass eine Reihe verschiedener Monocotyledonen-Pilze sich sämtlich *Phalaris* zum Teleutosporenwirt aussuchten? Oder wenn man sich diese Pilze als ursprünglich einheitlich und plurivor auf zahlreichen Monocotyledonen lebend denken will, wie will man es sich vorstellen, dass der Pilz auf allen Nährpflanzen und an den verschiedenartigen Standorten überall auf *Phalaris* als neuen Teleutosporenwirt verfiel? Vielmehr ist es einfacher, den Ursprung des Pilzes auf *Phalaris arundinacea* zu suchen und anzunehmen, dass die Aecidien, die aus irgend einem Grunde auf dieser Graspflanze nicht die geeignetsten Entwickelungsbedingungen fanden, auf Arten aus anderen Monocotyledonen-Familien übersiedelten. Auch hier kann man sich vorstellen, dass der Pilz zunächst einheitlich (plurivor) blieb und sich erst später spezialisierte, oder dass er gleichzeitig mit der Übersiedelung in eine Anzahl biologischer Arten, die sich später durch Spezialisierung vermehrt haben können, zerfiel.

Um die Erörterung weiterer Beispiele zu erleichtern, wird es nützlich sein, die wichtigsten Fälle zusammenzustellen (s. auch Taf. II—VI in Kap. XII).

1. Morphologisch einander gleiche oder ähnliche Aecidien einer Pflanze mit biologisch verschiedenen Teleutosporen mehrerer Pflanzen in Verbindung (Hypothese: Ursprung des heteröcischen Rosts auf dem Aecidienwirte).

a) *Aecidium Berberidis* mit den Formen von *Puccinia graminis* auf zahlreichen Gräsern.

b) *Aecidium Rhamni* mit den Formen von *Pucc. coronifera, Aecidium Frangulae* mit den Formen von *Pucc. coronata* auf verschiedenen Gräsern.

c) Aecidien auf *Thalictrum minus* mit *Pucc. persistens* auf *Agropyrum repens* und mit *Pucc. Elymi* auf *Elymus arenarius;* Aecidium auf *Thalictrum alpinum* mit *Pucc. borealis* auf *Agrostis borealis* und mit *Pucc. septentrionalis* auf *Polygonum viviparum* und *Bistorta.*

d) Aecidien auf *Ranunculus bulbosus* und *repens* mit *Pucc. Magnusiana* auf *Phragmites* und mit *Uromyces Dactylidis* auf *Dactylis glomerata.*

e) Aecidien auf *Ribis nigrum* mit verschiedenen Puccinia-Formen auf *Carex acuta, riparia, Pseudocyperus, panniculata* usw.

f) Aecidien auf *Saussurea alpina* mit *Pucc. rupestris* auf *Carex rupestris* und mit *Pucc. Vaginatae* auf *Carex vaginata.*

g) Aecidien auf *Cirsium*-Arten mit *Pucc. Dioicae* auf *Carex dioica* und *Davalliana* und mit *Pucc. Caricis-frigidae* auf *Carex frigida.*

h) Aecidien auf *Angelica silvestris* mit *Pucc. Angelicae-Bistortae* auf *Polygonum Bistorta* und mit *P. Polygoni vivipari* auf *Polygonum viviparum.*

i) Aecidien auf *Euphorbia Cyparissias* mit *Uromyces Pisi* und *Ur. striatus* auf verschiedenen Papilionaceen.

k) Aecidien auf Nadeln von *Pinus silvestris* mit *Coleosporium*-Arten auf zahlreichen Dicotyledonen.

l) Aecidien auf *Picea excelsa* mit *Chrysomyxa Rhododendri* und *Chr. Ledi.*

m) Aecidien auf *Abies pectinata* mit *Pucciniastrum Abieti-Chamaenerii (Epilobii)* und *Pucc. Goeppertianum.*

n) Caeoma auf *Larix decidua* mit verschiedenen *Melampsora*-Arten auf *Salix*- und *Populus*-Arten.

o) Caeoma auf *Ribes*-Arten mit *Melampsora*-Arten auf *Salix viminalis, S. purpurea* und *S. aurita.*

p) Caeoma auf *Allium*-Arten mit *Melampsora*-Arten auf *Salix fragilis, S. alba* und *Populus nigra.*

2. Morphologisch einander gleiche oder ähnliche Teleutosporen einer Pflanze mit biologisch verschiedenen Aecidien mehrerer Pflanzen in Verbindung (Hypothese: Ursprung des heteröcischen Rosts auf dem Teleutosporenwirte).

a) Puccinien auf *Phalaris arundinacea* mit Aecidien auf *Arum, Allium ursinum, Leucoïum, Orchis* und anderen Orchidaceen, *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum, Paris.*

b) Puccinien auf *Phragmites communis* mit Aecidien auf *Rumex Hydrolapathum* und ähnlichen, *R. Acetosa, Ligustrum vulgare.*

c) Puccinien auf *Carex acuta* und nächstverwandten Arten mit Aecidien auf *Ribes Grossularia, R. nigrum, Urtica dioica:* Puccinien auf *Carex Goodenoughii* mit Aecidien auf *Ribes Grossularia, Urtica dioica, Parnassia palustris, Pedicularis palustris.*

d) Puccinien auf *Carex montana* mit Aecidien auf *Chrysanthemum Leucanthemum, Centaurea montana, Cent. Scabiosa.*

e) Puccinien auf *Carex arenaria* mit Aecidien auf *Senecio Jacobaea, Centaurea nigra, Taraxacum vulgare.*

f) Puccinien auf *Polygonum Bistorta* mit Aecidien auf *Angelica silvestris* (und *Carum Carvi*), *Conopodium denudatum.*

g) *Uromyces* auf *Scirpus maritimus* mit Aecidien auf *Sium latifolium, Berula angustifolia, Hippuris vulgaris, Pastinaca sativa, Glaux maritima.*

h) Gymnosporangien auf *Juniperus Sabina* mit Aecidien auf *Pirus communis* einerseits, *Crataegus, Mespilus, Cydonia* andererseits.

i) Melampsoren auf *Populus tremula* (und *alba*) mit *Caeoma* auf *Larix, Pinus, Mercurialis, Chelidonium* und *Corydalis.*

k) Melampsoren auf *Salix fragilis* mit Caeoma auf *Allium*-Arten und auf *Galanthus nivalis.*

l) Melampsoren auf *Salix aurita* (und *cinerea*) mit Caeoma auf *Larix, Evonymus, Ribes.*

Die vorstehende Übersicht ergibt ebenso zahlreiche Beispiele für die Zentralisierung der Teleutosporen auf bestimmten Nährpflanzen, wie für die der Aecidien, und der Schluss, dass in manchen Fällen die Aecidien, in andern die Teleutosporen ausgewandert sind, wird dadurch also bis zu einem gewissen Grade gestützt.

Dennoch entstehen weitere Schwierigkeiten, wenn man die Verhältnisse etwas mehr ins Einzelne verfolgt. Es ist schon auffällig, dass für nahe verwandte Pilze bald der Ursprung auf dem Aecidienwirte, bald der auf dem Teleutosporenwirte angenommen werden müsste. Besonders grosse Schwierigkeiten ergeben sich aber, wenn man sich danach z. B. die Entstehung bestimmter Arten der Gattung *Melampsora* vorzustellen sucht. Nehmen wir eine ursprünglich autöcische *Melampsora* auf *Populus tremula* an, so würde die Entstehung der jetzt unterschiedenen Formen der alten Species *Melampsora Tremulae* durch Ausquartieren des Caeoma-Aecidiums auf *Larix, Pinus, Mercurialis* usw. wohl verständlich sein. Durch das Vorkommen einer *Autoeu-Melampsora* auf *Salix amygdalina* und das Fehlen von *Melampsora*-Teleutosporen auf *Larix* und *Pinus* erhält diese Ansicht eine gewisse Stütze. Ebenso wäre, für sich allein betrachtet, die Entstehung derjenigen *Melampsora*-Arten, die mit *Caeoma Laricis* in Verbindung stehen, von einer hypothetischen *Larix-Melampsora* aus — für deren einstmalige Existenz allerdings, wie eben schon bemerkt, keine Anzeichen vorhanden sind — durch Übersiedeln der Teleutosporen auf *Populus tremula, nigra, Salix Capraea, viminalis* usw. begreiflich. Nimmt man aber beides zusammen, so ergibt sich für *Melampsora Larici-Tremulae* ein doppelter Ursprung; die Urform dieses Pilzes wäre gleichzeitig auf *Populus tremula* und auf *Larix* zu suchen, und das ist nicht möglich. Zu ganz ähnlichen Schlüssen käme man bei

der Betrachtung mehrerer anderer Formen, z. B. der Melampsoren vom Typus der *M. epitea* mit ihren Caeoma-Aecidien auf *Larix, Ribes, Evonymus* usw.

Wie kann man sich die Entstehung derartiger verwickelter Verhältnisse, wie die Gattung *Melampsora* sie bietet, vorstellen? Am bequemsten wäre es allerdings, mit E. Fischer eine ursprünglich plurivorautöcische Form anzunehmen, die sich gleichzeitig auf *Salix, Populus, Larix, Mercurialis* usw. zu entwickeln vermochte. Dagegen sprechen indessen die bereits oben vorgebrachten Gründe.

Man könnte es zweitens für möglich erklären, dass, entgegen den oben ausgesprochenen Gedanken, die eine Generation verschiedener Pilze unter Umständen doch auf denselben Wirt hinübergewandert wäre und sich hier in morphologisch ähnlicher Weise entwickelt hätte, z. B. die Caeoma-Aecidien der *Salix*- und *Populus*-Melampsoren auf die Lärche, oder die Teleutosporen der Caeomaformen von *Larix, Mercurialis, Chelidonium* usw. auf *Populus tremula*.

Endlich bliebe noch die Möglichkeit, spätere Änderungen in den bereits vorhandenen Heteröcieverhältnissen anzunehmen. Stellen wir uns z. B. ganz willkürlich *Melampsora Larici-Tremulae* als eine ursprüngliche Pilzform vor, so könnten daraus durch Übersiedeln des Caeomas auf neue Wirte (*Mercurialis, Chelidonium* usw.) die Formen *M. Rostrupii, Magnusiana* usw., durch Übergang der Teleutosporengeneration auf neue Wirte (*Populus nigra, Salix viminalis*) die Formen *Mel. Larici-populina* und *Larici-epitea* hervorgegangen sein. Der Gedanke, ob umgekehrt *Melampsora Larici-Tremulae* aus *Mel. Rostrupii (Merculiali-Tremulae)* entstanden sein könnte, wurde übrigens aus anderen Gründen im IX. Kapitel bereits einmal gestreift. Ein vorübergehendes plurivores Stadium würde in diesen Fällen den veränderten Pilz von der Grundform trennen. Vielleicht liessen sich einige der oben erwähnten Tatsachen des Ergreifens neuer Wirte durch die eine Generation heteröcischer Rostpilze im Sinne einer derartigen Hypothese verwenden. In *Cronartium Ribicola* mit Aecidium auf *Pinus Strobus* liegt vielleicht bereits ein Beispiel eines Pilzes vor, der nach Ergreifung eines neuen Aecidiumwirtes sich von der ursprünglichen Form mit Aecidium auf *Pinus Cembra* abzugliedern im Begriffe steht (vgl. Kap. IX). Man denke sich ferner *Nemesia versicolor* dauernd in Deutschland angesiedelt, so wäre es nicht unmöglich, dass sich mit der Zeit ein *Cronartium Nemesiae* als selbständige Form von der Stammform *Cr. asclepiadeum* abzweigte.

Diese Gedanken sind auch geeignet, die Frage nach der ursprünglichen Pleophagie der Rostpilze unter anderen Gesichtspunkten zu betrachten.

Die Erörterungen des vorigen Abschnittes zeigen zur Genüge, dass die Spezialisierung in gewissem Grade die Pleophagie voraussetzt, und dass die letztere für die Erklärung mancher Erscheinungen zum mindesten den bequemsten Ausgangspunkt bildet. Für viele Fälle, z. B. für das ursprüngliche Verhalten der *Puccinia graminis* ist sie auch keineswegs unwahrscheinlich. In anderen Fällen aber ist die ursprüngliche Nährpflanzengesellschaft, die man annehmen müsste, eine so merkwürdig zusammengewürfelte, dass es trotz des Beispiels des *Cronartium asclepiadeum* schwer hält, sich das Zustandekommen einer derartigen Pleophagie vorzustellen. Es sei nur an die mehrfach erwähnten Caeoma-Wirte von *Melampsora Tremulae* erinnert; ebenso bunt gemischt sind die Wirte der mit den Melampsoren vom *Epitea*-Typus in Verbindung stehenden Caeoma-Formen, *Larix, Evonymus, Ribes, Orchis* usw. Vielleicht würde man in solchen Fällen eher geneigt sein, statt der plurivoren eine univore Grundform und spätere Änderungen in den Heteröcieverhältnissen anzunehmen. Zu einem abschliessenden Urteil über diese Angelegenheit ist aber einstweilen nicht zu kommen.

Zuletzt kann die Heteröcie auch noch in Bezug auf ihre Zweckmässigkeit im Kampfe ums Dasein und in Bezug auf den Nutzen, den sie den Pilzen gewährt, betrachtet werden. Das zweckmässig Organisierte erhält sich gegenüber dem Unzweckmässigen. An sich ist jede Verwickelung der Fortpflanzungsverhältnisse aber eine Erschwerung der Existenz, und man könnte daher geneigt sein, die nicht heteröcischen Pilze als vorteilhafter organisiert anzusehen als die heteröcischen. Aber die wirtswechselnden Uredineen sind doch zum Teil sehr verbreitete Pilze, wenn auch die Zahl der Arten nicht so besonders gross ist, und auch diejenigen von ihnen, denen die Verbreitung durch Uredosporen abgeht, die also an das wirtswechselnde Leben gebunden sind, wie die Gymnosporangien, pflegen dort, wo ihre Nährpflanzen vorkommen, nicht selten zu sein. Der Wirtswechsel muss also diesen Pilzen doch wohl gewisse Vorteile bringen.

Es ist der Gedanke ausgesprochen worden, dass der Wirtswechsel eine Stärkung der Lebensenergie des Pilzes herbeiführe. Besonders über *Puccinia graminis* liegen Beobachtungen vor, die in diesem Sinne sprechen. Es scheint, als ob die Teleutosporengeneration reichlicher, früher und viel schädlicher wirkend auftritt, wenn sie aus Aecidiosporen entsteht, als wenn sie aus Uredosporen hervorgeht, die sich längere Zeit selbst reproduziert haben, und es ist möglich, dass die Klagen über die Schädlichkeit der Berberitze für das Getreide gerade mit diesem Umstande zusammenhängen. Plowright sagt darüber (Gard. Chron. 18

1882. 234): „There is a wonderful difference in the amount of injury done by mildew when derived directly from the Barberry, and when derived from Uredo that has reproduced itself through several generations. This is very obvious from the fact, that the Uredo is to be found every year in almost every — if not in every — cornfield, but the farmer takes no notice of it, as it does not appreciably diminish the yield. But with the mildew which occurs in the middle of the Barberry-bush the case is different. The fungus grows with such energy that it so injures the wheat plant as to prevent it producing more than a few starved kernels. With such vigour does the mycelium grow and fructify at the expense of the wheat, that the straw of the latter frequently does not ripen, but dies green.“

Wenn der Rost aus Uredosporen hervorgegangen ist, die durch mehrere Generationen hindurch sich selbst reproduziert haben, so sollen nach Plowright (l. c., ferner Gard. Chron. 21. 1884. 767, vgl. auch Brit. Ured. 34) die Uredosporen viel reichlicher auftreten. Dies stimmt auch mit anderweitigen Erfahrungen überein, z. B. sollen in Australien, wo die Berberitze fehlt, die Uredosporen viel reichlicher auftreten als die Teleutosporen; ebenso scheint es, dass auch bei anderen Rostpilzen, z. B. *Coleosporium Senecionis, Chrysomyxa Rhododendri, Melampsorella Caryophyllacearum* usw., die Uredobildung überhand nimmt und die Teleutosporenbildung ausbleibt, wenn die Aecidienwirte nicht in der Nähe vorhanden sind (vgl. Kap. VI).

Ganz ähnliche Beobachtungen, wie die erwähnten von Plowright, berichtet neuerdings Arthur (23. Ann. Meet. Soc. Promot. Agric. Science 1903). Da Arthur Plowright nicht erwähnt, darf man annehmen, dass ihm dessen Beobachtungen nicht bekannt gewesen sind, und dies ist insofern wesentlich, als dadurch jede Voreingenommenheit in Bezug auf die beobachtete Erscheinung ausgeschlossen zu sein scheint.

Dennoch kann man zweifeln, ob eine derartige Stärkung der Lebensenergie durch den Wirtswechsel, wie sie von den genannten Forschern angegeben wird, häufiger festzustellen ist. Andere Rostpilze sind im Freien weniger beobachtet worden, und bei künstlicher Kultur sind bisher keine systematischen Untersuchungen in dieser Richtung ausgeführt worden; auch müssten gerade in Bezug auf diesen Punkt die Schlüsse aus künstlichen Kulturen sehr kritisch behandelt werden.

Ein anderer Nutzen, den der Wirtswechsel den in Betracht kommenden Rostpilzen gewährt, scheint darin zu bestehen, dass er ihnen eine vorteilhaftere Ausnutzung der Vegetationsperioden und anderer Eigentümlichkeiten der Wirtspflanzen ermöglicht.

Von de Bary (Bot. Zeit. 1879. 845), Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 71), Dietel (Bot. Centralbl. 32. 1887. 249; 79. 1899. 115; Natur u. Schule 1. 1902. 212), Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 382; Naturw. Rundschau 9. Nr. 11) u. a. sind Ansichten über diesen Gegenstand ausgesprochen worden. Man hat darauf hingewiesen, dass die Blätter der Coniferen für die Aufeinanderfolge mehrerer Generationen der Rostpilze nicht geeignet seien, dass gewöhnlich die eine Generation der heteröcischen Rostpilze auf früh vegetierenden, die andere auf spät vegetierenden Pflanzen sich finde und der Pilz durch den Wirtswechsel seine Vegetationszeit verlängere, dass die Verlegung der Uredo- und Teleutosporen auf Gräser den Pilzen einmal durch das gesellige Vorkommen dieser Pflanzen eine weite Verbreitung sichere, andererseits den Teleutosporen für ihre Überwinterung ein dauerhaftes Substrat biete usw. Diese Gedanken ins Einzelne zu verfolgen und zu prüfen, ist aber kaum möglich, namentlich deshalb nicht, weil man, wie das Voraufgehende zeigt, nicht weiss, an Stelle welcher autöcischen Verhältnisse die heteröcischen getreten sind. Auch lässt sich mancherlei dagegen einwenden. Warum können z. B. die *Gymnosporangium*- und die *Peridermium*-Arten, die im zeitigen Frühjahr aus der Rinde der Coniferen hervorbrechen, nicht ihre andere Generation auf den Nadeln bilden, die während des übrigen Teiles des Sommers eine zarte und sicher einer Infektion zugängliche Beschaffenheit haben? Werden doch die Kiefernnadeln noch spät im Jahre von den Sporidien der *Coleosporium*-Arten infiziert! Warum kann nicht *Melampsora Larici-Pentandrae* ihr Caeoma ebensogut auf der Weidenpflanze bilden wie *Mel. Amygdalinae?* Warum könnten nicht die Uredo- und Teleutosporen von *Puccinia silvatica* nach den Aecidien auf *Taraxacum,* die von *P. Ribesii-Caricis* nach den Aecidien auf den *Ribes*-Arten sich entwickeln, da doch zu derselben Zeit die Uredo- und Teleutosporen von *P. variabilis* auf *Taraxacum,* die von *Cronartium Ribicola* auf *Ribes*-Arten gebildet werden? Dieselben Fragen kann man für die Nährpflanzen zahlreicher anderer Aecidien stellen, und es ist dabei wohl zu beachten, dass gerade die wahrscheinlichste Theorie über die Entstehung der Heteröcie die Verlegung der Uredo- und Teleutosporengeneration vom Aecidienwirte auf einen anderen annimmt. Der Einfluss der oben erwähnten äusseren Verhältnisse auf die Entstehung der Heteröcie soll natürlich nicht bestritten werden, ebensowenig wie die Bedeutung der geographischen Verbreitung, von der in einem früheren Kapitel die Rede war. Aber wir kommen mit diesen Erklärungsversuchen nicht sehr weit, und es scheint, als ob wir auch hier die Annahme gewisser innerer Tendenzen, welche die Entwickelung der organischen Natur in bestimmte

Bahnen lenken, einstweilen nicht entbehren können. Nicht der Umstand, dass ein Rostpilz auf einer gewissen Nährpflanze nicht sämtliche Sporenformen ausbilden konnte, zwang ihn, heterögisch zu werden; dieser Umstand hätte ihn eher veranlassen können, seine Sporenbildung abzuändern (siehe das oben Gesagte); auch die „Aussicht“ auf eine günstigere Entwickelung beim Wechsel der Nährpflanze kann nicht in Betracht kommen, da sie nicht kausal auf ihn einwirken konnte. Sondern zuvor musste ein Wirtswechselverhältnis, vielleicht gleichzeitig mit anderen, aus inneren Gründen, etwa infolge der Variabilität des Pilzes (Mutationen!) entstehen; dann erst konnte es seine Vorzüge im Kampf ums Dasein offenbaren und über die Konkurrenten den Sieg davontragen. Diese inneren Entwickelungstendenzen, mit denen auch die neueste Phase der Descendenzlehre, die Mutationstheorie, rechnen muss, sind natürlich keine metaphysischen Kräfte, sondern Wirkungen, die aus der Gesamtheit der Einflüsse resultieren, welche sich im Laufe der Entwickelung der Organismen geltend gemacht haben; aber es ist uns einstweilen nicht möglich, den kausalen Zusammenhang zu erkennen.

Die vorstehenden Betrachtungen haben uns reichlich weit auf das Gebiet der Spekulation hinausgeführt. Aber es schien doch wünschenswert zu sein, auch über die interessante Frage nach der Entstehung der Heterögie Umschau zu halten. Leider muss festgestellt werden, dass sich in Bezug auf diesen Gegenstand noch wenig sichere Schlüsse ziehen lassen.

XVII. Empfänglichkeit.

Das Problem der Empfänglichkeit wird überall viel erörtert, wo es sich um das Auftreten epidemischer Krankheiten handelt, die mit einem parasitischen Organismus in Verbindung stehen, und die Ansichten der Pathologen verteilen sich zwischen den beiden extremen Anschauungen, derjenigen, die allein das Contagium verantwortlich machen will, und derjenigen, die dem Contagium die Bedeutung abspricht oder seine Wirkung nur im Falle des voraufgehenden Vorhandenseins eines gewissen seinem Wesen nach unbekannten Zustandes in dem erkrankenden Individuum, den man Disposition nennt, zugibt.

Gegen die Infektionskrankheiten der Menschen, und daher wahrscheinlich auch gegen die der Tiere, scheint tatsächlich vielfach eine ganz individuelle Disposition bezugsweise Immunität vorhanden zu sein, wie man vielleicht schon aus dem Befallenwerden einzelner Personen, dem Gesundbleiben anderer, die mit den Kranken verkehren, schliessen darf.

Wichtiger aber ist es, dass sich auch bei künstlicher Einimpfung des betreffenden Krankheitsgiftes mitunter ein individuell verschiedenes Verhalten zeigt. Ich möchte hier nur ein Beispiel nennen, das wegen des unerwarteten Ursprungs des Krankheitsgiftes auch dem Botaniker interessant sein muss, und das durch die grosse Schnelligkeit und Deutlichkeit, mit der die Reaktion bei empfänglichen Individuen eintritt, besonders bemerkenswert ist. Gewisse, bei zahlreichen Personen alljährlich im Sommer beim Aufenthalte im Freien auftretende, mit Fieber verbundene Schnupfenerscheinungen, die man als „Heufieber" bezeichnet hat, beruhen, wie Dunbar kürzlich gezeigt hat (Zur Ursache und spezifischen Heilung des Heufiebers. München u. Berlin 1903) auf der Einwirkung eines in den Getreide- und anderen Gramineenpollen enthaltenen Giftstoffs. Sie können leicht durch Einatmen von Pollenkörnern oder durch Einträufeln eines bestimmten Extrakts aus denselben in das Auge oder auf die Schleimhaut der Nase hervorgerufen werden, und es zeigt sich, dass dasselbe Quantum des Giftes, das bei einigen Personen in kürzester Zeit heftige Anfälle auslöst, bei anderen ganz ohne Wirkung ist.

Ob in ähnlicher Weise auch bei Pflanzen gegen die ihre Krankheiten verursachenden Schmarotzer eine individuelle Disposition vorkommt, ist eine schwer zu beantwortende Frage, über die anscheinend die Ansichten noch nicht genügend geklärt sind. Wenn *Nectria cinnabarina,* die ein sehr gefährlicher Feind vieler Bäume ist, diese nur dann befällt, wenn Wunden oder abgestorbene Teile ihr eine Eingangspforte öffnen, so liegt damit allerdings eine Art individueller Disposition vor. Aber man kann zweifeln, ob sich gegenüber denjenigen Parasiten, welche direkt in die lebenden Gewebe eindringen, die einzelnen Individuen derselben Pflanzensorte verschieden verhalten. Ich will hier nur auf die Rostpilze eingehen, da es mir in Bezug auf andere Pilze an eigenen Erfahrungen fehlt, und da auch mit anderen Pilzen bisher nicht in solchem Massstabe Infektionsversuche gemacht worden sind wie mit Rostpilzen.

Über die vorliegende Frage schrieb de Bary (Flora 1863. 182) bereits 1863: „Eine Erzeugung oder eine Begünstigung der Entwickelung des Parasiten durch krankhafte Prädisposition der Nährpflanze findet bei den Uredineen ebensowenig statt, wie bei den Peronosporeen." Ich glaube, dass dieser Satz auch heute noch unverändert aufrecht erhalten werden kann, hebe dabei aber ausdrücklich hervor, dass hier zunächst nur von einer „krankhaften" Prädisposition die Rede ist.

Nach jahrelangen Erfahrungen mit der Kultur von Rostpilzen darf ich behaupten, dass Pflanzen, die im Freien irgend einen Rostpilz beherbergen, von diesem Pilze auch beim künstlichen Versuche im allgemeinen

jederzeit leicht infiziert werden, vorausgesetzt, dass genügend keimfähige Sporen auf die überhaupt zur Infektion geeigneten Stellen gebracht werden, und dass die äusseren Umstände der Temperatur und der Feuchtigkeit so sind, dass die Keimung möglich ist. Die Zahl der Fälle, in denen ein Erfolg, der mit Bestimmtheit erwartet wurde, nicht eintrat, ist so verschwindend klein, dass mir kein Grund vorzuliegen scheint, hier eine Unempfänglichkeit einzelner Individuen anzunehmen. Allerdings versetzt man die Pflanze beim künstlichen Versuch in der Regel in solche Bedingungen, von denen man annehmen kann, dass sie die Infektion möglichst fördern, d. h. man bringt sie auf einige Tage in eine ganz feuchte Atmosphäre, damit die Sporen tunlichst alle auskeimen, und ich habe manchmal, um sicher zu gehen und das Pilzmaterial auszunutzen, dieses Feuchthalten so lange ausgedehnt, wie es die Pflanzen ohne Schaden ertrugen. Im allgemeinen ist aber eine derartige Behandlung keineswegs erforderlich; Uredo- und selbst Aecidiosporen infizieren in manchen Fällen auch, wenn sie trocken aufgetragen werden und die Pflanzen dann einfach im Gewächshause stehen; bei Infektionen mit Sporidien genügt es, falls man diese mittels Wasser auf die Blätter bringen kann *(Gymnosporangium)*, die Pflanzen einen bis zwei Tage feucht zu halten, und die Glasglocke dient manchmal mehr dazu, während der kritischen Zeit fremde Sporen abzuhalten, als die Luft besonders feucht zu machen (vgl. Kap. IV). Man kann also nicht behaupten, dass die Infektion bei der künstlichen Kultur nur deshalb so leicht und regelmässig erfolgt, weil man durch das Bedecken mit Glasglocken usw. die Pflanzen zuvor in einen abnormen Zustand versetzt hat. Auch treten im Freien ähnliche Grade von Luftfeuchtigkeit, wie man sie unter Glasglocken künstlich herstellt, gar nicht so selten auf, vorübergehend vielleicht sogar täglich, in der Nacht, wenn Tau fällt, bei Nebel oder infolge von Regen, und vermutlich ist eine auf diese Weise entstehende Luftfeuchtigkeit von viel elementarerer Wirkung als die des künstlichen Versuchs. Was das Vorkommen der Rostpilze im Freien betrifft, so kann man natürlich meistens nicht beurteilen, ob das Vorhandensein oder Fehlen des Rosts durch Empfänglichkeit oder Unempfänglichkeit, durch das zufällige Zufliegen oder Nichtzufliegen von Sporen, durch den günstigen oder ungünstigen Einfluss der klimatischen Bedingungen veranlasst ist. Indessen sprechen doch viele Beobachtungen dafür, dass die meisten Uredineenwirte auch im Freien jederzeit leicht infiziert werden, wenn die Sporen und die erforderlichen klimatischen Einflüsse vorhanden sind. Von manchen Pflanzen, z. B. *Populus tremula, Agropyrum repens,* ist bei uns im Herbst fast jedes Exemplar von den darauf lebenden Rostpilzen befallen (vgl. Kap. IV). Die Art des

Auftretens der Rostpilze im Freien gibt also auch keine Veranlassung, eine besondere Disposition einzelner Individuen der Nährpflanzen anzunehmen.

Ich muss sogar noch einen Schritt weiter gehen und behaupten, dass nicht nur krankhafte Individuen dem Roste keineswegs mehr ausgesetzt sind als gesunde, sondern dass im Gegenteil gerade gesunde und kräftige Individuen leichter und stärker vom Roste befallen werden, so dass man bei künstlichen Versuchen unbedingt gut wachsender Pflanzen bedarf. Vielleicht lassen sich so die gelegentlich ausgesprochenen Beobachtungen erklären, dass selbst ein starker Befall mit Getreiderost den Getreidepflanzen wenig schadet, während umgekehrt oft ein geringer Befall von verhängnisvoller Wirkung ist.

Wohl zu unterscheiden von der krankhaften Empfänglichkeit sind die nach Beschaffenheit und Alter der Teile derselben Pflanze wechselnde Empfänglichkeit, sowie die Rassenempfänglichkeit.

Das Alter der Pflanzenteile ist namentlich auf das Zustandekommen der Infektion mittels der Sporidien von grossem Einflusse. Nur junge Blätter und Triebe werden durch die Sporidien leicht infiziert; wenn diese Teile ein gewisses Alter erreicht haben, bringt die Aussaat nur noch spärlichen Erfolg, endlich gar keinen mehr, und die zuletzt gebildeten Infektionsstellen bleiben gewöhnlich klein, während die früh gebildeten wahrscheinlich infolge des Wachsens des Substrats eine erhebliche Grösse erreichen können. Die Aecidiosporen und Uredosporen infizieren dagegen ausgewachsene Blätter mindestens ebensogut wie jüngere. Die Bedeutung dieser Verhältnisse für die Erhaltung der Pilze leuchtet ein; die Erklärung dürfte in der verschiedenen Art liegen, wie die Keimschläuche in der Regel eindringen, die der Sporidien direkt durch die Epidermis, deren Membranen mit zunehmendem Alter fester werden. die der Aecidiosporen und Uredosporen durch die Spaltöffnungen.

Ferner bieten verschiedene Teile derselben Pflanze oft ein sehr verschieden geeignetes Substrat für die Ansiedelung desselben Pilzes. Ober- und Unterseite der Blätter, Blätter und Stengel verhalten sich nicht selten verschieden. Die Blattunterseite ist für Uredo- und Aecidiosporen in der Regel der gegebene Ort, während die Sporidien überall in junge Gewebe eindringen. Für *Puccinia glumarum* scheint die Blattspitze eine besonders günstige Eingangspforte abzugeben, *Puccinia graminis* siedelt sich mit Vorliebe auf Blattscheide und Halmen an, *Pucciniastrum Padi* infiziert zwar auch die Nadeln der Fichte, entwickelt sich aber nur in den Zapfen zur Reife usw.

Die Rassenempfänglichkeit lässt sich mit den verschiedenen Empfänglichkeitsgraden der Spezies, die sich bei den Spezialisierungs-

erscheinungen zeigen, unter denselben Gesichtspunkten betrachten und beruht offenbar auf ähnlichen Verhältnissen.

Wir treffen zunächst sehr interessante Abstufungen in der Empfänglichkeit unter den verschiedenen Arten einiger Gattungen, die plurivore Rostpilze beherbergen. Von *Melampsora Larici-epitea* werden leicht *Salix viminalis, aurita, cinerea* befallen, weniger leicht *S. Capraea, daphnoides, acutifolia,* sehr wenig *S. fragilis; Mel. Larici-Capraearum* lebt wesentlich auf *Salix Capraea, S. aurita* ist nur in sehr geringem Grade empfänglich. Weitere Beispiele sind in den Abschnitten, die von der Spezialisierung handeln, leicht aufzufinden.

Aber auch bei Pflanzen, die derselben Spezies angehören, ist mitunter eine verschiedene Empfänglichkeit beobachtet worden. Zunächst kommen solche Fälle in Betracht, wo die Wirtspflanzen verschiedenen Ursprungs waren. Einen sehr merkwürdigen Fall beobachtete E. Fischer (Entw. Unt. 116): Exemplare von *Carex montana* aus verschiedenen Gegenden, ebenso solche von *Centaurea montana* aus verschiedenen Gegenden verhielten sich verschieden gegen die Aecidiosporen, bezugsweise Sporidien der *Puccinia Caricis montanae.*

Ferner möchte hier der Einfluss zu erwähnen sein, den im Verhalten der Stachelbeeren (*Ribes Grossularia*) gegenüber den Aecidiosporen des *Cronartium Ribicola* die Unterlage auf das Pfropfreis auszuüben scheint. Die gewöhnlichen Stachelbeeren werden von diesen Sporen teils gar nicht, teils nur in geringerem Grade infiziert. Die Empfänglichkeit scheint aber eine gewisse Steigerung zu erfahren, wenn die Stachelbeeren behufs Erzielung hochstämmiger Sorten auf Stämmchen von *Ribes aureum* gepfropft werden (Klebahn, Kulturv. I. 333 [17]; III. 73; XI. 24). Abschliessende Untersuchungen sind über diesen Gegenstand noch nicht ausgeführt worden.

Endlich ist die eigentliche Rassenempfänglichkeit zu nennen, die Verschiedenheit der Empfänglichkeit der verschiedenen Rassen und Sorten der Kulturpflanzen gegen den ihre Spezies befallenden Pilz.

Aus älterer Zeit liegen einige gelegentliche Angaben darüber vor. Woronin (Bot. Zeit. 1872. 677) fand keine grossen Unterschiede in der Empfänglichkeit der verschiedenen Sorten der Sonnenblumen gegen *Puccinia Helianthi,* während nach demselben Autor de Bary von drei Sorten eine etwas empfänglicher fand.

Systematischer ist die Frage in neuerer Zeit verfolgt worden. Von Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 5. 1895. 80, 156, 198; Getreideroste 326ff.), Carleton (Bull. 16. U. S. Dep. of Agric. Div. veget. Phys. a.

Path. 1899) und anderen sind Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Getreidesorten gegen die Rostpilze angestellt worden.

Nach Carleton ist die Empfänglichkeit der Weizen- und Hafersorten gegen die in Amerika darauf vorkommenden Rostarten (*Puccinia „Rubigo vera“, „coronata“* und *graminis*) sehr verschieden. Der genannte Autor gibt in ausgedehnten Tabellen Übersichten über die beobachteten Grade der Rostigkeit und sucht namentlich für die praktischen Zwecke der Landwirtschaft solche Sorten zu ermitteln, die in Amerika sich widerstandsfähig erweisen. Insbesondere wird versucht, diejenigen morphologischen Eigenschaften aufzufinden, die für die widerstandsfähigen Sorten charakteristisch sind (S. 23, 33 usw.).

Eriksson findet gleichfalls verschiedene Widerstandsfähigkeit, bezüglich Empfänglichkeit der Getreidesorten, aber in sehr auffallender Weise nur gegenüber dem Gelbrost, während den übrigen Rostarten gegenüber keine so scharfen Unterschiede in der Empfänglichkeit hervortreten. Auch findet Eriksson, dass die gelbrostempfänglichen Sorten gegen Braun- und Schwarzrost widerstandsfähiger sind (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 5. 1895. 84).

Die wenigen Beobachtungen, die ich selbst nach dieser Richtung angestellt habe, bestätigen die betreffenden Angaben Eriksson's. Im Botanischen Garten zu Hamburg wird beständig eine Reihe von Getreidearten kultiviert, und ich habe ausserdem noch die von Eriksson als besonders empfänglich bezeichneten Weizensorten „Michigan Bronce“ und Horsford Pearl“, ausserdem zeitweilig auch *Hordeum vulgare cornutum* aussäen lassen. Namentlich auf den letzterwähnten Weizenarten trat alljährlich der Gelbrost auf, nicht auf allen, aber doch auf einer grösseren Zahl von Pflanzen, während die übrigen im Garten angebauten Sorten gar nicht oder nur in vereinzelten Individuen von diesem Roste befallen wurden. Auf *Hordeum vulgare cornutum* trat der Gelbrost auch häufig, aber nicht so regelmässig auf, andere Gerstensorten wurden nicht vom Gelbrost befallen. Gegenüber anderen Rostarten ist mir eine höhere Empfänglichkeit bestimmter Sorten bisher nicht aufgefallen. Auf den Gerstensorten trat alljährlich mehr oder weniger reichlich *Pucc. simplex* auf, ohne dass bestimmte Sorten besonders bevorzugt zu sein schienen.[1])

Noch sei die kürzlich erschienene Arbeit von E. Marchal (Recherches sur la Rouille des Céréales. Brüssel 1903) erwähnt, der auch gegenüber

---

[1]) Weiter auf den Gegenstand der Rostempfänglichkeit, z. B. auch auf die Beeinflussung derselben durch die Düngung usw., einzugehen, ist hier nicht beabsichtigt; man vgl. namentlich die Darstellung Eriksson's (Getreideroste), der auch die ältere Literatur angibt.

dem Braunrost verschiedene Empfänglichkeit konstatiert und z. B. auch angibt, dass die gelbrostempfänglichen Weizensorten Michigan Bronce und Horsford Pearl gegen Braunrost sehr wenig empfänglich sind.

Eine Erklärung für die verschiedene Empfänglichkeit der Sorten zu geben, ist augenblicklich noch nicht möglich. Wenn Eriksson die höhere Empfänglichkeit bestimmter Getreidesorten darauf zurückzuführen sucht, dass gerade diese regelmässig in ihren Samen das Mykoplasma des betreffenden Pilzes enthalten, so sind damit, ganz abgesehen von der Unhaltbarkeit der Mykoplasmalehre, die Erscheinungen nicht erklärt, sondern die Schwierigkeiten nur verschoben. Ohne Zweifel muss die Erklärung der Rassenempfänglichkeit, wie schon oben angedeutet, in derselben Richtung gesucht werden, wie die Erklärung der verschieden abgestuften Empfänglichkeit bestimmter Pflanzenarten gegen denselben Pilz, die man bei den Spezialisierungserscheinungen beobachtet. Worin allerdings die wirkenden Ursachen bestehen, auf denen das Vermögen der Pilze beruht, bestimmte Nährpflanzen zu infizieren, andere nicht, oder das Vermögen der Nährpflanzen, bestimmten Pilzen zu widerstehen, anderen nicht, und welcher Art die Einflüsse sind, welche bei der „Angewöhnung" des Pilzes an bestimmte Nährpflanzen, bei der „Abgewöhnung" desselben von anderen zur Geltung kommen, darüber lässt sich einstweilen noch kaum etwas vermuten. Sicher ist wohl, dass die „physikalische" Beschaffenheit der Pflanzenteile, welcher P. Hennings (Hedwigia 40. 1901. 125) eine grosse Bedeutung zuschreiben möchte, wenn sie auch eine Rolle mitspielen mag, dabei nicht in erster Linie in Betracht kommen kann. Man vergegenwärtige sich z. B. das gleichartige Verhalten von *Cronartium asclepiadeum* gegen *Vincetoxicum* und *Nemesia,* die sehr verschiedene Blätter haben, und das ungleichartige Verhalten desselben Pilzes gegen *Vincetoxicum* und *Gentiana asclepiadea,* die sehr ähnliche Blätter haben. Marshall Ward (Ann. of Bot. 16. 1902. 302ff.) hat anatomische Untersuchungen und Messungen an den Blättern von *Bromus*-Arten, die von gewissen Braunrostarten befallen werden, und solchen, die nicht befallen werden, angestellt, ohne irgend welche Anhaltspunkte zu finden. Er kommt zu dem Schlusse: „... the resistance to infection of the „immune" or „partially immune" species and varieties is not to be referred to observable anatomical or structural peculiarities, but to internal, i. e. intraprotoplasmic, properties beyond the reach of the microscope" (S. 303). Es dürften also teilweise die chemischen Eigentümlichkeiten des Protoplasmas oder der ganzen Gewebe des Wirtes sein, die auf den Parasiten einwirken, teilweise auch Kräfte unbekannter Natur, die erst durch die Wechselwirkung der lebenden Protoplasmen von Wirt und Parasit zur Auslösung kommen.

In erster Linie aber müssen meiner Meinung nach die das Verhalten der Pilze bestimmenden Kräfte in diesen selbst liegen. Hierfür sprechen namentlich die schon an früherer Stelle (Kap. XIII) genannten Beispiele, dass verschiedene und selbst nahe verwandte Rostpilze auf denselben Gruppen von Nährpflanzen ein wesentlich verschiedenes Verhalten zeigen können. Es ist anzunehmen, dass das Protoplasma der Pilze die Eigenschaft erworben hat, die Widerstände, welche bestimmte Pflanzen ihrem Eindringen entgegensetzen, zu überwinden. Beobachtungen, welche dafür sprächen, dass die immunen Pflanzen im Kampfe mit dem Parasiten die Kraft erworben haben, diesen zu widerstehen, liegen bisher nicht vor; es ist, soweit ich weiss, kein Fall bekannt, dass Pflanzen durch einmaliges oder wiederholtes Ergriffenwerden von einem Pilze später unempfänglich oder weniger empfänglich gegen denselben werden; für die Möglichkeit der „Immunisierung“ der Pflanzen durch Schutzimpfung oder durch eine Art „Heilserum“ sind also schwerlich Aussichten vorhanden. Gegen die Rostpilze wenigstens ist eine und dieselbe Pflanze jedes Jahr aufs neue empfänglich.

XVIII. Die Spermogonien und die Ansichten über die Sexualität der Rostpilze.

Die sogenannten Spermogonien der Rostpilze treten in der Regel als Vorläufer der Aecidien auf. Sie sind bei Infektionsversuchen das erste sichtbare Zeichen der gelungenen Infektion, indem zuerst winzige glänzende Pünktchen auf der Epidermis erscheinen, die allmählich gelbe Höckerchen werden und dann bald die Spermogonien hervortreten lassen. Die Gelbfärbung des ergriffenen Gewebes und die manchmal eintretende Anschwellung desselben zeigen sich erst später. In der Regel vergeht wenig über eine Woche zwischen dem Auftreten der Spermogonien und dem Erscheinen der Aecidien; bei denjenigen Aecidien aber, die sich sehr langsam entwickeln, trennt manchmal ein grosser Zwischenraum das Erscheinen der beiden Gebilde. So beobachtete ich bei den Aecidien von *Coleosporium Melampyri* die Spermogonien im September, die Aecidien im folgenden Mai (Klebahn, Kulturv. IV. 258); bei den Aecidien von *Cronartium Ribicola* treten die Spermogonien oft schon im Juni auf (Klebahn, Kulturv. VII. 2 [16]), die Aecidien im folgenden Frühjahr.

In einigen wenigen Fällen fehlen die Spermogonien vor der Bildung der Aecidien, so nach Juel bei *Aecidium Parnassiae* (Öfv. k. Vet.-Akad. Förh. 1894. 410) und bei *Aecidium Angelicae* (daselbst 1899. 11). Der

letzte Fall wird dadurch sehr merkwürdig, dass es zwei verschiedene Aecidien auf *Angelica* gibt; das eine, zu *Puccinia Polygoni vivipari* gehörig, hat in der Tat keine Spermogonien, das andere, das zu *Pucc. Angelicae Bistortae* gehört, besitzt diese Gebilde, und dabei findet sich im übrigen kaum ein nennenswerter morphologischer Unterschied zwischen den beiden Pilzen, auch nicht in der Uredo- und Teleutosporengeneration, in der dieselben biologisch verschieden sind (Klebahn, Kulturv. XI. 41). Bei denjenigen Rostpilzen, denen die Aecidien fehlen, kommen die Spermogonien manchmal in Verbindung mit Uredo- und Teleutosporen vor (*Brachy*-Formen).

Zu der Zeit, wo die Spermogonien ihre Reife erlangt haben und die in ihnen gebildeten winzigen Spermatien entleeren, strömen dieselben oder die ganzen Pilzlager einen eigentümlich süsslichen, manchmal angenehmen, meistens oder in zu grosser Menge aber etwas unangenehmen Geruch aus. Von im Freien entnommenen Rostpilzen lassen gewöhnlich nur die Rinden-Peridermien der Kiefern, sowie *Puccinia suaveolens,* die diesem Umstande ihren Namen verdankt, den Geruch leicht wahrnehmen. Bei künstlicher Infektion erhält man aber nicht selten so zahlreiche Spermogonienlager beisammen, dass der Geruch schon aus einiger Entfernung wahrnehmbar wird, oder sich selbst in dem ganzen Raume, wo sich die Pflanzen befinden, bemerkbar macht. An Lärchen, auf denen sich *Caeoma Laricis* entwickelte, habe ich die Infektion oft früher am Geruche als mit den Augen erkannt. Das Auftreten des Geruchs ohne gleichzeitige Spermogonienbildung beobachtete ich bei den Versuchen, durch die ich zuerst auf den Zusammenhang des *Pucciniastrum Padi* mit einem Aecidium der Fichte aufmerksam wurde (Klebahn, Kulturv. VIII. 379). Die Sporidien infizierten die jungen Triebe, brachten aber in denselben nur Mycel hervor, und in diesem Zustande trat der bekannte Spermogoniengeruch auf. Vielleicht wäre hieraus zu schliessen, dass die Duftstoffe nicht von den Spermogonien selbst, oder nicht von ihnen allein, sondern auch vom Mycel oder dem infizierten Gewebe abgesondert werden.

Die Entleerung der Spermatien findet in winzigen Flüssigkeitströpfchen statt, die eine süss schmeckende, also vermutlich zuckerartige Substanz enthalten. Namentlich bei den auf Kiefernrinde lebenden *Peridermium*-Arten, die ziemlich ansehnliche Tröpfchen entleeren, ist dieser Geschmack leicht wahrzunehmen.

Rathay (Sitzgsb. K. Akad. d. Wiss. Wien 81. 1880. 55; Denkschriften desgl. 46. 1882. 21.) hat gezeigt, dass die Flüssigkeit eine mit Fehling'scher Lösung reduzierbare Substanz enthält.

Farbe der Infektionsstellen, Duft und Honigsaft wirken zusammen, Insekten anzulocken. Schon Rathay hebt hervor, dass die entleerten Tröpfchen von Insekten fleissig besucht werden. Dasselbe beobachteten Thaxter (Proc. Americ. Acad. 1886. 261) an Spermogonien von *Roestelia*, ich selbst an Spermogonien von *Peridermium Strobi*. Der Spermogoniensaft von *Peridermium giganteum* wird nach *Shirai* (Bot. Mag. Tokyo 1899. 74) in Japan sogar von Kindern genascht. Ob ausser dem Zuckersaft, der die Insekten anlockt, auch die Spermatien denselben zur Nahrung dienen, ist nicht bekannt; ebensowenig, ob die Spermatien auf die Insekten irgend eine Wirkung ausüben, oder ob sie durch die Insekten verbreitet oder in Bezug auf ihre Weiterentwickelung beeinflusst werden.

Eine Vergleichung der vorliegenden Verhältnisse mit denjenigen, welche bei der Befruchtung der Blumen die Insekten anlocken, liegt nahe genug, und man versteht daher, wie die Ansicht entstehen konnte, dass die Spermogonien und die von ihnen entleerten Spermatien, die sich nicht zur Keimung bringen lassen, mit einer der Aecidienbildung vorangehenden Befruchtung in Zusammenhang stehen. Diese Ansicht erhielt weitere Stützen durch die Befunde Stahl's (Beitr. z. Entwickelungsgesch. d. Flecht. 1. 1877), der bei den Collemaceen, die ganz ähnliche Spermogonien besitzen, in den Trichogynen Organe nachwies, deren Deutung als Empfängnisapparat nahe lag, und die von den Gegnern dieser Ansicht eine bessere Deutung jedenfalls bislang nicht gefunden haben. Später glaubte Frank (Deutsch. Bot. Ges. 1. 1883. 58; Landw. Jahrbüch. 12. 528) auch bei *Polystigma rubrum* eine befruchtende Einwirkung der von den Spermogonien produzierten Spermatien auf den nach Art der Trichogyne nach aussen vordringenden Ascogonapparat annehmen zu müssen. Über die Sexualität der Rostpilze meint Stahl 1874 (Bot. Zeit. 180), dass seine an *Uromyces Fabae* angestellten Untersuchungen mit einer geschlechtlichen Einwirkung von Spermatien auf junge Aecidienanlagen in Einklang ständen, ohne allerdings zu sicheren Schlüssen zu berechtigen, und de Bary (Morph. u. Biol. d. Pilze 299) erwägt noch 1884 die sexuelle Funktion der Spermatien. Ich selbst habe, angeregt durch meinen verehrten Lehrer Stahl, vor Jahren zahlreiche junge Aecidienlager in Bezug auf diese Frage untersucht. Man findet vielfach Hyphenknäuel, die sich unter den Spaltöffnungen angesiedelt haben, und durch den Spalt selbst ein kleines Hyphenbündel nach aussen schicken; am äusseren Rande des Spaltes endigen die Hyphen gewöhnlich mit einer kleinen Anschwellung. Gar nicht selten werden auch Spermatien bemerkt, welche an diesen Hyphen zu sitzen scheinen. Dies ist aber nichts auffälliges, denn die Spermatien finden

sich in Menge auf der Epidermis und dürften sich also besonders leicht im Schutz der Erhöhungen und Vertiefungen der Spaltöffnung ansammeln. Eine Kommunikation derartiger Spermation mit den Hyphen nachzuweisen, würde, selbst wenn sie vorhanden wäre, äusserst schwierig sein. Organe, die auch nur entfernt an die Ascogone und die damit in Verbindung stehenden sogenannten Trichogyne der Collemaceen erinnern, die so ausserordentlich auffällig sind, dass wenigstens, wer sie selbst untersucht hat, sich des Gedankens an eine besondere Funktion derselben nicht erwehren kann, fehlen aber vollständig. Auch scheinen diese Hyphen in ihrer Ausbildung den Aecidien nicht wesentlich voranzugehen, und sie finden sich keineswegs bloss über diesen. Alle diese Verhältnisse sprechen nicht gerade für eine sexuelle Funktion dieser Hyphenbündel und der Spermatien bei den Rostpilzen; der Umstand, dass Aecidien auch nach dem Innern hohler Pflanzenteile hinein gebildet werden (*Mahonia*-Früchte), lässt sich gleichfalls gegen die sexuelle Entstehung wenigstens des einzelnen Aecidiums verwenden, und endlich zeigt das Vorkommen von Aecidien ohne Spermogonien *(Puccinia uliginosa* und *Polygoni-vivipari),* dass die Spermogonien wenigstens nicht in allen Fällen eine notwendige Vorstufe der Aecidien sind.

Erwähnt sei übrigens, dass in den Arbeiten von Neumann (Hedwigia 1894. 346) und Fentzling (Morph. u. anat. Unters. usw. 1892), die sich mit der Entwickelungsgeschichte der Aecidien und mit der Beeinflussung der Gewebe der Nährpflanze durch das Pilzmycel beschäftigen, diese Hyphenknäuel der Spaltöffnungen, deren Nachweis keineswegs schwierig ist, gar nicht erwähnt sind. Ich fand dieselben regelmässig bei *Aecidium Berberidis, Rhamni, Urticae, Convallariae, Ficariae* usw.

Auch durch den direkten Versuch hat sich eine befruchtende Wirkung der Spermatien bisher nicht nachweisen lassen. Thaxter (Proc. Americ. Akad. 1886. 261) hat Versuche angestellt, indem er teils die Ausbreitung des spermatienhaltenden Saftes über die Oberhaut der Pflanze künstlich hinderte — was indessen kaum vollkommen möglich sein dürfte — teils absichtlich denselben über den Stellen verbreitete, wo die Bildung von Aecidien zu erwarten ist, ohne dass es gelungen wäre, das Entstehen der Aecidien dadurch zu beeinflussen. Ähnliche Versuche, mit demselben negativen Erfolge, habe ich selbst ausgeführt *(Aecidium Berberidis).*

Nach dem Voraufgehenden scheint der Schluss allerdings notwendig zu sein, dass eine befruchtende Einwirkung der Spermatien auf die jungen Aecidienlager nicht stattfindet.

Der hauptsächlichste Gegner der sexuellen Natur der Spermogonien und Spermatien, sowohl derjenigen der Uredineen, wie auch derjenigen

der Flechtenpilze und der Ascomyceten überhaupt, ist Brefeld (Untersuch. a. d. Gesamtg. d. Myc. VII 1888. 60; IX. 1891. 25 usw.). Ihm schliessen sich Möller (Unters. bot. Inst. Münster 1887; Bot. Zeit. 1888. 421) und die meisten jüngeren Mycologen an. Auch das Vorkommen anderer Formen der Befruchtung bei den Ascomyceten, die kürzlich wieder von Harper (Deutsch. Bot. Ges. 13. 1895. 475; Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 1895. 655; Ann. of Bot. 14. 1900. 321) in mehreren Arbeiten vertreten worden ist, wird von Brefeld bestritten.

Das wichtigste Argument in Brefeld's Beweisführung ist der Umstand, dass die Spermogonien der Pilze in Nährlösung zum Keimen zu bringen sind und zu mehr oder weniger grossen Mycelien heranwachsen. Aus diesem Grunde erklärt Brefeld die Spermogonien für Pykniden, die Spermatien für Pyknoconidien. Gegenüber diesen Beweisgründen hat E. Fischer in einer Besprechung der Arbeit Möller's in der Botanischen Zeitung (1888. 158) darauf hingewiesen, dass die Gameten von *Ectocarpus,* wenn sie nicht zur Befruchtung gelangen, auskeimen können (Berthold, Mitteil. zool. Stat. Neapel 2. 1881. 405 u. 412). Dasselbe ist nach *Dodel* (Jahrb. f. wiss. Bot. 10. 516) bei *Ulothrix* der Fall; auch das Vorkommen keimfähiger Azygosporen bei den Conjugaten (Klebahn, Jahrb. f. wiss. Bot. 22. 1891. 429) könnte hier erwähnt werden. Möller (Bot. Zeit. 1888. 421) lässt allerdings diesen Einwand nicht gelten, da *Ectocarpus* ein von den Pilzen zu verschiedener Organismus sei, als dass derartige Vergleiche Wert haben könnten, und Brefeld (IV. 28) meint sogar, der Einwand stehe mit allem in Widerspruch, was heute über Sexualität bekannt sei.

Was speziell die Rostpilze betrifft, so gibt Brefeld für die Spermatien von *Puccinia graminis, coronata, Tragopogonis* und *Uromyces Pisi* (IX. 28) an, dass sie in Nährlösung bedeutend anschwellen und auskeimen; es gelang aber nicht, grössere Mycelien aus ihnen zu ziehen. Der Grund soll sein, dass es infolge der Lebensweise der Spermatien nicht möglich sei, reines Aussaatmaterial zu gewinnen, und dass daher die Kulturen stets durch fremde Pilze gestört wurden. Ich glaube, dass es schon möglich wäre, ein einzelnes Spermatium frei von Bakterien und anderen Pilzen zum Ausgangspunkt einer Reinkultur zu machen, obgleich es sehr schwierig wäre, das einzelne Spermatium als solches sicher zu erkennen. Aber die Hauptschwierigkeit dürfte die Langsamkeit bilden, mit welcher die Spermatien der Rostpilze auskeimen. Diese hängt wieder teilweise damit zusammen, dass bis jetzt überhaupt kein künstlicher Nährboden gefunden ist, auf welchem Rostpilze wachsen, teilweise aber sicher damit, dass die Spermatien der Rostpilze, selbst wenn sie morpho-

logisch als Conidien aufgefasst werden müssten, doch nicht als solche funktionieren.

Ähnliches gilt vielleicht auch für die Spermatien der Collemaceen; bei Möller's Versuchen (Bot. Zeit. 1888. 425) keimten dieselben zwar, aber ausserordentlich langsam; sie begannen nach einem Monat; im zweiten und dritten waren winzige Fortsätze vorhanden. Ebenso schlecht ist übrigens die Keimfähigkeit der sexuellen Schwärmer der Algen. Nach Berthold (412) liefern dieselben (bei *Ectocarpus* und *Scytosiphon*) „sehr schwächliche und empfindliche“ Keimpflanzen; nach Oltmanns (Flora 1899. 92) ist die Keimfähigkeit nicht zur Befruchtung gelangter Sexualzellen von *Ectocarpus* sehr gering, fast = 0.

Nach Carleton (Journ. of applied Microscopy. Rochester. 6. 1903 2110) sollen übrigens die Spermatien des „rust of blackberry“ verhältnismässig leicht keimen, und „ordinary germ tubes“ bei der Keimung der Spermatien gebildet werden.

Dass die Spermatien der Rostpilze nicht als Conidien funktionieren, kann mit ziemlicher Sicherheit behauptet werden. Der Entwickelungszyklus der meisten wirtswechselnden Rostpilze und auch zahlreicher anderer, die Spermogonien besitzen, ist lückenlos bekannt. Manche derselben lassen sich jahrelang im Wechsel ihrer Generationen weiter kultivieren, ohne dass man sich dabei im geringsten um die Spermatien kümmert. Diese können also für die Vorgänge der Erhaltung und Verbreitung der Rostpilze keine irgendwie wesentliche Bedeutung haben. Aber auch, dass sie nur eine accessorische, eine unterstützende Bedeutung hätten, wird durch keine Beobachtungstatsache irgendwie wahrscheinlich gemacht. Dass sie auf der Aecidiennährpflanze keine Infektion hervorrufen, wurde schon oben (Kap. V) hervorgehoben. Aussaatversuche auf die Uredonährpflanze scheinen allerdings bisher noch nicht ausgeführt worden zu sein; es sind aber auch in der Natur die Bedingungen für eine Übertragung der Spermatien auf die Uredonährpflanze wenig günstig, denn diese könnten nur durch Insekten, nicht durch den Wind dahin befördert werden, und wenn auch die Spermogonien durch ihren Duft und Honigsaft die Insekten anlocken, so lässt sich doch kein Mittel angeben, durch welches die Uredonährpflanze anlockend auf dieselben Insekten wirkte. Es würde immerhin nützlich sein, auch einmal Aussaaten mit Spermatien auf die Uredonährpflanze zu machen, wenn es auch nur wäre, um die vorauszusehende Erfolglosigkeit festzustellen.

Nach allem Gesagten bleibt kaum etwas anderes übrig, als die Spermogonien als Organe anzusehen, denen gegenwärtig im Leben der

Rostpilze keine Bedeutung mehr zukommt, sei es nun, dass sie einst echte Conidien gewesen sind, oder dass sie, wie selbst Brefeld früher (Schimmelpilze III. 202; IV. 169) zugegeben hat, zur Sexualität in Beziehungen gestanden haben. Aber auch diese Auffassung befriedigt nicht recht. Zwar gibt Brefeld (IV. 160) an, dass bei *Peziza tubera* die Spermogonien oft zollweite Flächen der Kulturen förmlich bedecken und doch völlig funktionslos sind. Aber die Spermogonien der Rostpilze machen in keiner Weise den Eindruck reduzierter Organe, und wenn es auch eine sehr anfechtbare Vorstellung ist, dass alles, was die Natur hervorbringt, einen Zweck haben muss, so ist es doch immerhin schwer zu fassen, dass hier ein Organ regelmässig gebildet und eine verhältnismässig grosse Menge Material an seine Bildung verschwendet wird, ohne dass demselben irgend eine Bedeutung im Haushalte des Organismus zukommen sollte. Man könnte auf den Gedanken kommen, dass die Ausscheidung eines Teils seiner Substanz für die Weiterentwickelung des Pilzes nützlich wäre. ähnlich wie gewisse Zellkerne erst dann zur Weiterentwickelung durch Befruchtung geeignet werden, wenn ein Teil ihres Chromatins durch sogenannte Reduktionsprozesse ausgeschieden wird. Aber es lässt sich wohl kaum etwas für diese Anschauung anführen.

Zum Schlusse mögen noch einige eigenartige Anschauungen, die über die Frage der Sexualität der Rostpilze ausgesprochen worden sind, Erwähnung finden.

M. Cornu (Bull. soc. bot. France 23. 1876. 120) vertrat die Ansicht, dass der Sexualakt bei der Bildung der Teleutosporen gesucht werden müsste, und zwar namentlich deshalb, weil diese Sporen in der Regel eine Ruheperiode durchmachen. Die unten zu erwähnende Theorie von Dangeard und Sappin-Trouffy entspricht dieser Forderung.

Worthington G. Smith (Gard. Chron. 22. 1884. 12) sah kleine Höckerchen auf den Sporen von *Aecidium Convallariae,* hielt sie für Spermatien und sprach eine Vermutung über eine befruchtende Einwirkung derselben auf die Aecidiosporen aus. Ich habe bei demselben Pilze ähnliches gesehen und glaube, dass es die Anfänge von Keimschläuchen waren.

G. Massee (Ann. of. Bot. 2. 1888/89. 47) will bei der Entwickelung der Aecidien zwei Hyphenenden gesehen haben, das eine 50 : 25, das andere 40 : 12 μ, die sich aneinander legten. Dieselben werden als Oogonium und Antheridium gedeutet. Später sollen am Oogonium runde Vorsprünge entstanden sein, von denen sich die Sporen abschnürten.

Sehr eigentümliche Vorstellungen über eine Befruchtung bei den Rostpilzen, die mit den geläufigen Anschauungen über die Befruchtung nur teilweise in Einklang gebracht werden können, sind endlich von

Dangeard und Sappin-Trouffy entwickelt worden. Diese Forscher knüpfen an das Verhalten der Kerne in den Zellen und Sporen der Rostpilze an, das nach und nach von Schmitz (Niederrhein. Gesellsch. 1880. [39]), Rosen (Beitr. z. Biol. 6. 1892. 255), Dangeard und Sappin-Trouffy (Compt. rend. 116. 1893. 211, 267, 1304; Le Botaniste 4. sér. 1894—95. 166.), Poirault und Raciborski (Compt. rend. 15. Juli 1895; Journ. de Bot. 9. 1895. 318 u. 381) aufgeklärt worden ist. Hiernach ist das Vorkommen je zweier Kerne in den Sporen und in den meisten Zellen der Rostpilze bemerkenswert, namentlich aber der Umstand, dass diese Kerne sich stets simultan teilen und in die Tochterzellen je ein Tochterkern jedes der beiden Kerne gelangt. In der Teleutospore aber verschmelzen die Kerne bei deren Reife. Diese Verschmelzung fassten Dangeard und Sappin-Trouffy (Compt. rend. 1893. 267) zuerst als eine „Pseudo-Fécondation“ auf, während Poirault und Raciborski. (l. c. 387) sich in Bezug auf diese Auffassung sehr reserviert verhalten und geneigt sind, andere cytologische Deutungen zu suchen. In einer späteren, sehr ausführlichen Arbeit verficht Sappin-Trouffy (Le Botaniste 5. 1896/97. 59ff.), nachdem er zahlreiche Einzelheiten dargestellt und durch schöne, aber reichlich schematisierte Abbildungen erläutert hat, die Auffassung der Kernverschmelzung in der Teleutospore als eines echten Sexualvorgangs. Nach seiner Darstellung haben die reifen Teleutosporen, sowie die aus ihnen hervorgehenden Promycelien, Sporidien, das Aecidienmycel, die Spermogonien und Spermatien einkernige Zellen. Bei der Bildung der Aecidiosporen werden die Zellen zweikernig. Von da an durch die Bildung des Uredomycels und der Uredosporen bis in die jungen Teleutosporen sind die Zellen zweikernig, sodass infolge der oben erwähnten Teilungsverhältnisse die beiden Kerne, die in der Teleutosporenzelle verschmelzen, seit der Bildung der Aecidiosporen durch zahlreiche Zellteilungen hindurch voneinander getrennt gewesen sind, wenngleich sie in derselben Zelle nebeneinander bestanden haben (S. 211). Demnach haben, nach Sappin-Trouffy, die verschmelzenden Kerne einen für die Auffassung des Vorganges als Befruchtung genügend differenten Ursprung. Auf die übrigen cytologischen Vorgänge, insbesondere die Auffassung gewisser Erscheinungen als Reduktion der chromatischen Substanz (S. 233) sei hier nur hingewiesen. Ob die Auffassung dieser sehr merkwürdigen Verhältnisse als Sexualität durch die Erörterungen Sappin-Trouffys genügende Stützen gefunden hat, erscheint trotzdem zweifelhaft.

Erwähnt sei noch, dass auch Vuillemin (Compt. rend. 116. 1893. 1464) sich über diesen Gegenstand geäussert hat, aber auffälligerweise die Verschmelzung der Kerne in den Aecidiosporen annimmt.

Endlich möchte ich noch darauf hinweisen, dass nach den Angaben von Dangeard und Sappin-Trouffy (Compt. rend. 116. 1893. 211.) auch eine grössere Zahl von Kernen, 3—6, in den Endzellen der Hyphen von *Uromyces Rumicis* vorkommt, und dass ich selbst eine grössere Zahl von Gebilden, die sich wie Zellkerne färbten, in den Mycelzellen von *Puccinia glumarum* beobachtet habe (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 90).



Spezieller Teil.

Puccinia graminis Pers.

a) Vorgeschichte des Wirtswechsels.

Äusserungen der Landwirte über den schädlichen Einfluss, den die Berberitze auf das Getreide ausübt, sowie Verordnungen der Behörden zum Zwecke der Beseitigung der Berberitzen in der Nähe der Getreidefelder lassen sich anscheinend bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts zurück verfolgen.

Die erste derartige Kundgebung scheint, falls die Zeitangabe richtig ist, ein Beschluss des ehemaligen Parlaments in Rouen zu sein, das gegen 1660 die Vernichtung der Berberitzen anordnete. Bei Magneville (Mém. soc. agric. Caen 3. 1830. 18), finde ich die erste Erwähnung dieses Gegenstandes. Der genannte Autor sagt (S. 22): „préjugé qui, vers 1660, fit rendre par le parlement de Rouen un arrêt pour la destruction de cet arbrisseau". Aus diesen Worten Magneville's haben vermutlich Loverdo (Maladies crypt. d. céréales 1892. 199) und Prillieux (Mal. d. plantes 1. 1895. 221) ihre kurzen Notizen über den Beschluss des Parlaments von Rouen entlehnt. Ich habe trotz vielfacher Bemühung bisher nichts Näheres über diese Verordnung ermitteln können. Der Herr Maire von Rouen verwies mich an Herrn Ch. de Beaurepaire, archiviste paléographe de la Préfecture de la Seine inférieure in Rouen, und dieser Herr war so liebenswürdig, die Register von 1660 und, weil ihm die Zeit auffällig war, die von 1760 durchzusehen, ohne dass es ihm bisher gelungen wäre, etwas zu finden.

In England scheint die Ansicht, dass die Berberitzen dem Getreide schädlich seien, schon am Anfang des 18. Jahrhunderts verbreitet gewesen zu sein. Erhart berichtet in seiner Ökonomischen Pflanzenhistorie (6. 1758. 59) über die Berberitzen u. a. das folgende: „In Engelland sollen sie ... in einem üblen Ruf desswegen stehen, weil das gemeine Volk der Meinung ist, sie verursachen den Brand in dem nahe dabey stehenden Korn. Obgedachter Herr Ellis erzählt, um die Gewissheit dieses Vorurtheils desto besser zu beweisen, eine Historie von einem gewissen Pachter, der aus diesem Grund einen solchen Hass wider diesen Strauch fasste, dass er im Jahr 1720 einen solchen, der sehr gross und einem Baum

ähnlich war, desswegen zu vertilgen suchte, weil er auf dem Feld seines Nachbarn, und also nicht weit von seinen Feldern stund. Er goss zu diesem Ende in der Nacht zu verschiedenen Zeiten einige Gefässe voll siedendes Wasser an die Wurzeln, bis der Baum eingehen musste". Diese Erzählung von Ellis erwähnt auch Hornemann (Nye öcon. Annaler 2. 1816. Abdr. S. 8). W. Withering (Botanical Arrangement 1. 199) schreibt im Jahre 1776: „This shrub should never be permitted to grow in corn-lands, for the ears of wheat that grow near it never fill, and its influence in this respect has been known to extend as far as three hundred or four hundred yards across a field".

Auch nach Nordamerika verbreitete sich, wahrscheinlich von England aus, sehr bald der Glaube an die Schädlichkeit der Berberitze. Am 13. Januar 1755 wurde in Massachusetts ein Gesetz erlassen, welches forderte, dass bis zum 13. Juni 1760 alle Berberitzen im Lande vernichtet würden, „whereas it has been found by experience, that the Blasting of Wheat and other English Grain is often occasioned by Barberry Bushes, to the great loss and damage of the inhabitants of this province". Dieses Gesetz findet sich in „Province Laws of Massachusetts" 1736—1761, S. 152 und ist abgedruckt bei Plowright, Brit. Ured. 1889. 302. Ein in den Neu-England-Staaten bestehendes strenges Gesetz gegen die Berberitze erwähnt auch J. D. Schöpff (Reise durch die mittl. u. südl. verein. nord-amer. Staaten. Erlangen 1. 1788. 56). G. F. Koch teilt im Neuen Hannöv. Magazin 1805. 751 einige Sätze aus dem Buche mit, in denen es heisst: „Der gemeine Berberitzenstrauch steht in Neu-England in üblem Ansehen. Man schuldigt ihn, dass seine Nachbarschaft dem Gedeihen des Weizens und anderer Feldfrüchte hinderlich sei.... Unterdessen hat man aber gegen den armen Berberitzenstrauch ein strenges Gesetz ausgehen lassen, zufolge welches die Landleute schuldig sind, an jeder dieser sonst harmlosen Stauden, wo sie sich nur immer betreten lässt, ohne weitere gerichtliche Anfrage, das Todesurteil zu vollziehen usw."

In Deutschland scheint die Berberitzenfrage zu Erhart's Zeit (siehe oben) noch wenig bekannt gewesen zu sein.[1]) Im Jahre 1803 aber spricht G. R. Treviranus (Biologie 2. 454) von dem „allgemeinen Glauben der Landwirte", „dass die Nachbarschaft der *Berberis vulgaris* Misswachs des Getreides hervorbringe", den er als ein Beispiel für die „dynamische

---

[1]) Windt (s. unten) gibt an, dass in den Schriften der älteren Botaniker die Schädlichkeit der Berberitze nicht erwähnt werde. Er nennt Joh. Bauhin, Colerus, Gesner, Palladius, Ray, Matth. Silvaticus, Tabermaemontan. Den Namen Colerus habe ich in E. H. F. Meyer's Geschichte der Botanik vergebens gesucht.

Einwirkung“ nennt, „welche jeder lebende Organismus auf die übrige Natur äussert“, und im Jahre 1805 begegnet uns auch ein Berberitzengesetz. Der unten zu erwähnende Kammerrat Windt erwirkte einen Befehl der gräflich Lippeschen Regierung, wonach die Landleute alle Berberitzen vor dem Dezember 1805 ausrotten sollten. Der Säumige musste 2 Taler Strafe erlegen, und dieser Betrag kam dem Anzeiger einer Kontravention zugute (Windt, S. 114). Am 22. Mai 1815 erliess auch der Senat in Bremen eine Verordnung, welche die Vernichtung der Berberitzen in Entfernungen bis 500 Fuss von Ackerland forderte (näheres bei Buchenau, Abh. naturw. Ver. Bremen 8. 1883. 566).

Auch Zweifel an der Schädlichkeit der Berberitze lassen sich weit zurück verfolgen. In Duhamel's Traité des arbres (1. 1754. 98) heisst es nach der deutschen Übersetzung von Oelhafen (S. 74): „Viele behaupten, die Blume der Berberis verursache, dass der blühende Weizen keine Frucht ansetze (fait couler celle du froment). Ich habe dieses Vorgeben nicht untersucht, halte es aber nicht vor wahrscheinlich“. Im Traité des arbres fruitiers (1. 1768. 149) schreibt Duhamel: „L'Epine-vinette accusée, je crois sans fondement, par les laboureurs de nuire à leur fleur de bled, bannie des haies qui ferment leurs héritages usw.“. In ähnlicher Weise heisst es in Krünitz' Oeconomischer Encyclopädie (4. 1774. 198): „Man hat sie ohne Grund beschuldigt, dass sie in dem nahe dabei stehenden Korn den Brand verursachten, weswegen dieselben sogar aus den Zäunen um die Landgüter verbannt ... wurden“. Ebenso hält J. Sowerby (English Botany 1. 1790. 49) die Sache für kaum glaublich. „We have it on such good authority, that we could not avoid mentioning the report. Mons. Broussonet assures us, this report equally prevalent in France and in England is from his own observation totally void of foundation“.

Eine wissenschaftliche, statistische oder experimentelle Beschäftigung mit der Berberitzenfrage beginnt mit dem Ende des 18. Jahrhunderts.

Marshall, der 1781 durch einen Landmann von der Schädlichkeit der Berberitze gehört und denselben zuerst ausgelacht hatte, pflanzte, um ein Urteil zu bekommen, im Frühjahr 1782 eine grosse Berberitze in einem Weizenfelde an. Am 16. Oktober 1782 berichtet er über den Erfolg das Folgende (Marshall, The Rural Economy of Norfolk 2. ed. 1795, 359, nach Plowright, der in Gard. Chron. 18. 1882. 231 und Brit. Ured. 48 ausser dieser noch einige andere Stellen aus Marshall's Schriften abdruckt): „. . . . about the Barberry bush there appeared a long but somewhat oval-shaped stripe of a dark livid colour, obvious to a person riding on the road at a considerable distance. The part affected resembled the tail of a comet, the bush itself representing the nucleus,

on one side of which the sensible effect reached about 12 yards, the tail pointing towards the south-west, so that probably the effect took place during a north-east wind." Im Jahre 1784 wurde der Versuch noch einmal mit ähnlichem Erfolge wiederholt (Marshall, The Rural Economy of the Midland Counties 1790. 2. Bd. 11).

Über die Art und Weise, wie die Berberitze das Getreide beeinflusse, ist Marshall allerdings nicht ins Reine gekommen. Hierüber herrschten überhaupt bei den älteren Beobachtern zum Teil sehr sonderbare Vorstellungen. Die Ansicht von G. R. Treviranus, nach welcher die Beeinflussung eine „dynamische" sein soll, wurde bereits erwähnt. Im allgemeinen suchte man allerdings etwas konkretere Ursachen. Sehr verbreitet war die Meinung, dass der Blütenstaub der Berberitze dem Getreide auf irgend eine Weise schade. Namentlich die Landleute hatten diese Ansicht, z. B. in England, Deutschland, Frankreich, um 1805 und auch später noch (Bremen 1862), und fast alle Autoren der älteren Zeit erwägen dieselbe, um sich dann allerdings meistens gegen dieselbe zu erklären. Von den Ansichten Wheatcroft's und Windt's wird weiter unten noch die Rede sein.

Dagegen erkannte der Botaniker C. L. Willdenow nicht nur in den Pilzen die Ursache der Erkrankung, sondern sprach auch als der erste den Übergang des Berberitzenpilzes auf das Getreide sehr bestimmt aus. Der Aufsatz von Willdenow, der neunte im 1. Bande der „Beiträge zur Naturkunde" von Weber und Mohr, ist leider ohne Datum erschienen. Die Vorrede zu dem Bande aber ist vom März 1805 datiert. Daher ist der Schluss wohl berechtigt, dass Willdenow seine Beobachtungen bereits 1804 gemacht hat und in seinen Folgerungen also von Banks und Windt unabhängig ist. Willdenow berichtet über die Beobachtung, dass das Getreide bei Potsdam in der Nähe der Berberitzenhecken stets Missernten gab, aber sich gut entwickelte, nachdem mehrere Gutsbesitzer ihre Berberitzenhecken entfernt hatten. Er selbst fand *Uredo linearis* auf dem den Berberitzen benachbarten Getreide, bis auf 200 Ruten Entfernung, aber reichlicher in der Nähe, und stellte auch einen Einfluss des Windes fest. Auf den Berberitzen wurde *Aecidium Berberidis* gefunden. Er sagt dann: „Ich schloss sogleich, dass der Same dieses kleinen Gewächses den *Uredo linearis* hervorbringen musste, was so augenscheinlich war, dass mir kein Zweifel übrig bleiben konnte. Um aber noch gewisser darüber urteilen zu können, beschloss ich selbst Versuche anzustellen, wodurch die Sache deutlicher werden könnte. Ich sammelte mehrere mit *Aecidium Berberidis* behaftete Blätter und wollte damit im Königl. botanischen Garten andere Gewächse bestreichen, um zu sehen, ob ein

ähnlicher Erfolg dort sich zeigen würde.“ Willdenow's Absicht, im botanischen Garten sardinischen Staudenroggen zu besäen, wurde aber durch den Umstand verhindert, dass dieser Roggen, wie sich zeigte, bereits Rost trug. Die anfängliche Verwunderung darüber legte sich, als in der Nähe Berberitzensträucher mit dem *Aecidium* angetroffen wurden. Bei der weiteren Verfolgung der Angelegenheit geriet Willdenow dann allerdings in eine falsche Bahn; er besäte *Elymus, Populus balsamifera* und *Sorbus aucuparia* mit dem Aecidium, und als auf einem besäten Blatte von *Populus balsamifera* zufällig ein Lager von *Uredo populina* auftrat, hielt er seine Ansicht, „dass *Aecidium Berberidis, Uredo linearis* und *populina* nur ein Gewächs ausmachen, und dass die Botaniker nicht darauf gerechnet haben, dass der verschiedene Standort dieser Gewächse ihre Gestalt zu verändern im Stande sei“, im wesentlichen für bestätigt. Er schloss sogar: „Es hängt also bloss von der Oberhaut der Pflanzen ab, ob ein und derselbe Pilz ein Aecidium oder Uredo werden soll.“ Diese zu weit gehenden Folgerungen würde Willdenow vielleicht aufgegeben haben, wenn er weitere Versuche gemacht hätte. In dem betreffenden Sommer war es zu spät; später scheint er nicht darauf zurückgekommen zu sein.

Um dieselbe Zeit wurde der Berberitzenfrage auch von mehreren anderen Seiten ein reges Interesse zugewandt, offenbar infolge der im Jahre 1804 aufgetretenen heftigen Epidemie (siehe Plowright, Brit. Ured. 51), die nach Magneville (Mém. soc. agr. Caen 3. 1830. 23) infolge äusserst feuchter, bis früh 9 Uhr dauernder und dann durch Sonnenbrand abgelöster Nebel entstand. A. Young berichtet in Annals of Agriculture (43. 1805. 457) über die Antworten auf ein den Rost betreffendes Fragezirkular. Auf die neunte Frage: „Have you made any observation on the Barberry as locally affecting Wheat?“ ist eine Reihe von bestätigenden Antworten eingegangen, von denen Plowright (l. c. und Gard. Chron. 8. 1882. 231) mehrere mitteilt. Eine grössere Zahl dieser Antworten, die teils für, teils gegen die Schädlichkeit der Berberitze lauten, zum Teil auch diese Frage gar nicht berühren, ist auch in der „Landwirtschaftlichen Zeitung auf das Jahr 1806“, S. 133—139, und zwar ausführlicher als bei Plowright, in deutscher Übersetzung zum Abdrucke gebracht. Namentlich eine Antwort von Shepard in Chippenham (Plowright schreibt Sheppard in Chippendale), in der von der Wirkung des Ausrottens der Berberitzen und des Stehenbleibens einzelner Exemplare die Rede ist, ist bemerkenswert (Landw. Z. 1806. 136).

Besonderer Beachtung erfreute sich wegen des wissenschaftlichen Ansehens ihres Verfassers die Broschüre von Sir Jos. Banks „A short

Account of the Cause of the Disease in Corn, called by the Farmers the Blight, the Mildew and the Rust" (Annals of Agriculture 43. 1805. 521), die mehrfach abgedruckt und auch übersetzt wurde (Übersetzung im Magazin aller neuen Erfindungen 6. Bd. 5. Stück [1806]. 264; ein gekürzter Abdruck dieser Übersetzung in Krünitz, Oecon. Encylop. Bd. 127. 1819. 368, ferner in Landw. Zeitung 1806. 1. Siehe auch die Kritik in Farmers Magazine, übersetzt in Landw. Zeitung 1806. 11). Banks gibt für jene Zeit sehr gute Abbildungen der *Puccinia graminis;* er ist überzeugt, dass der auf den rostigen Blättern befindliche Staub der Same sei, dass dieser durch die Luft verbreitet werde und durch die Stomata eindringe. Er kennt auch den Berberitzenpilz und hält es für mehr als wahrscheinlich, dass der von der Berberitze auf das Getreide hinübergeführte Same dieses Pilzes die Ursache des Getreiderostes sei. Versuche hat er allerdings nicht angestellt.

Einige Jahre später (1813) äussert sich auch der Präsident der Royal Horticultural Society in London, Th. A. Knight, über den Gegenstand (Trans. Hort. Soc. London 2. 1817. 85). Auch er ist von der Bedeutung der Sporen überzeugt: „a single acre of mildewed wheat would probably afford seeds sufficient to communicate disease to every acre of wheat in the British empire, under circumstances favourable to the growth of the fungus", und er hält auch die Rostübertragung von der Berberitze für wahrscheinlich: „there is also reason to believe, that the Barberry tree communicates this disease to wheat". Merkwürdig ist es aber, dass er trotzdem zu glauben geneigt ist, die Krankheit könne auch durch die Wurzeln eindringen, eine Ansicht die er auch in Bezug auf das *Lycoperdon cancellatum* der Birnbäume (s. *Gymnosporangium Sabinae*) erwägt (l. c. 181).

Eine der sorgfältigsten Behandlungen der Frage ist die im Februar 1806 von dem gräflich Schaumburg-Lippe'schen Kammerrat L. G. Windt in Bückeburg veröffentlichte Schrift „Der Berberitzenstrauch, ein Feind des Wintergetreides". Durch Mitteilungen der Landleute zu Evesen aufmerksam gemacht, begann er 1804 seine Beobachtungen und überzeugte sich bald von dem schädlichen Einflusse der Berberitze auf den Roggen (S. 24). Er hielt die Sache anfangs für neu, erfuhr aber später, dass bereits Marshall und Begtrup (s. unten) über die Schädlichkeit der Berberitze geschrieben hätten (S. 4). Er berichtete über seine Erfahrungen an die gräfliche Rentkammer, um im Interesse der Landwirtschaft die Beseitigung der zahlreich vorhandenen Berberitzen zu erlangen (S. 34). Da die Rentkammer zunächst noch weitere Beobachtungen über den Gegenstand wünschte (S. 66), setzte er seine Untersuchungen fort.

Er vernahm z. B. eine Reihe tüchtiger Landwirte seines Heimatlandes über die Angelegenheit, wobei sich ergab, dass ziemlich viele den schädlichen Einfluss der Berberitze kannten oder selbst beobachtet hatten. Ferner liess er durch glaubwürdige Zeugen zuerst am 27. Mai und dann wieder am 26. Juli 1805 den Zustand von Roggenfeldern, an deren Rande einige Berberitzen standen, untersuchen (S. 89—93). Er pflanzte auch im Oktober 1804 mehrere Berberitzen in einem Roggenfelde zu Maschvorwerk an und liess dann am 25. Juli 1805 durch eine Reihe von Landleuten die Einwirkung auf den Roggen feststellen (S. 94—104). Alle auf diese Weise gewonnenen Aussagen wurden amtlich protokolliert und zum Teil auch von allen Beteiligten unterzeichnet. Um zu erfahren, ob auch auswärtige Landwirte ähnliche Erfahrungen gemacht hätten, erliess Windt Anfragen im Reichsanzeiger (1805. Nr. 23. 300) und im Neuen Hannöverischen Magazin (1805. 154), auf die eine Reihe von teils zustimmenden, teils auch ablehnenden Antworten einlief (siehe Reichsanzeiger 1805. 301, 323, 2365—68, 2697; neu. hannöv. Mag. 1805. 298, 574, 671, 747, 751, 795, 798). Das gesamte auf diese Weise gewonnene und gesammelte Material, das zunächst den Zweck hatte und erreichte, von der gräflichen Regierung im Interesse der Landwirtschaft eine Verordnung gegen die Berberitze zu erwirken, stellte Windt dann in der erwähnten Schrift sorgfältig zusammen, ohne diejenigen Urteile zu verschweigen, die von dem seinigen abwichen.

Über die Art und Weise, wie die Berberitze das Korn beeinflusse, hatte Windt anfangs eine etwas sonderbare Ansicht: „Der Berberitzenstrauch haucht oder dunstet etwas aus, das bey gewissen Mischungen der unteren Luft auf eine chemische Art Kälte erzeugt“ (S. 15). Diese Ansicht hängt mit der Vorstellung zusammen, die sich Windt von dem Wesen des Rostes gebildet hatte; er meinte, dass der infolge von Erkältung stockende und eingepresste Saft die Gefässe zersprenge und sich einen Ausgang öffne (S. 13). Windt hatte also auch bemerkt, wie man hieraus zugleich erkennt, dass die Berberitze an sich den Rost noch nicht hervorbringt, sondern dass bestimmte meterorologische Verhältnisse, „eine gewisse Modifikation in der unteren Luft“, eine sehr wesentliche Rolle mitspielen. Ebenso weiss Windt, dass Rost auch an Orten enstehen kann, wo gar keine Berberitzen in der Nähe sind (S. 46). Er stellt fest, dass die Wirkung der Berberitze „als von einem Centro“ ausgeht und „nach und nach sich in allen Richtungen, gleich als fortkriechend“ ausbreitet (S. 60), und dass sie sich auf recht weite Entfernungen bemerkbar machen kann, sei es durch unmittelbare Wirkung, sei es durch „Ansteckung eines Kornstücks an dem andern“ (S. 82). Als er später

die Arbeit von Banks kennen lernte, liess er sich belehren und überzeugte sich selbst durch mikroskopische Untersuchung von der Anwesenheit der Pilze. Wie genau er dabei verfuhr, zeigt der Umstand, dass ihm auffiel, die Sporen des Weizenrosts hätten eine andere Gestalt, wie die des Roggenrosts (S. 168); anscheinend war ihm auf dem Weizen nicht *P. graminis,* sondern *P. triticina* oder *glumarum* in die Hände gekommen. Bedenken machte ihm indessen die Frage, wie es komme, dass der Pilz auf der lebenden Pflanze wachse, da doch Schwämme, Schimmel, Moos und andere Schmarotzergewächse nur an solchen Orten wüchsen, wo schon Fäulnis und Zersetzung entstanden sei (S. 168).

Unter den oben erwähnten Antworten, die auf Windt's Anfragen im Reichsanzeiger und im neuen hannöverischen Magazin einliefen und ausser Beobachtungen auch einige literarische Nachweise brachten, sind besonders zwei beachtenswert.

Die eine, ein Artikel des Barons v. Monteton (Reichsanzeiger 1805. 323), spricht sich für die Schädlichkeit der Berberitze aus, ist aber namentlich deswegen sehr interessant, weil sie Beobachtungen enthält, die erst durch die in neuester Zeit bekannt gewordenen Spezialisierungserscheinungen verständlich werden. Die betreffende Stelle (S. 327) lautet wörtlich: „Mitten unter diesem verdorbenen Roggen, und auf zwei Seiten, nämlich nord- und ostwärts von demselben eingefasst, lag mein Weizenfeld von 30 Scheffel Aussaat, und war und blieb unverdorben; es wurden 338 Mandeln auf demselben aufgerichtet, und mein Ausdrusch betrug 15 Wispel 15 Scheffel schöner gesunder Weizen. Sehr merkwürdig war es aber, dass einzelne unter diesem Weizen stehende Roggenpflanzen eben die Farbe und ebenso schlechte Körner als der übrige daran angrenzende Roggen hatte; dagegen aber einzelne Weizen-Pflanzen, welche sich hier und da unter dem Roggen befanden, schön und unverdorben geblieben waren. Dieser Umstand ist um so bemerkenswerter, weil die englischen landwirtschaftlichen Schriftsteller, unter anderen Marshall, sich beklagen, dass der Berberitzen-Strauch den in dessen Nähe stehenden Weizen verderbe".

Eine zweite ist eine Äusserung des Professors Sprengel (Reichsanzeiger 1805. Nr. 203. 2697), in der es zum Schlusse heisst: Sollte also nicht bei diesen After-Pflanzen möglich sein, dass der Same des *Aecidium Berberidis,* wenn er auf Gras- und Getreide-Blätter kommt, zu einer *Puccinia graminis* werde? Ich will nichts diktatorisch behaupten; ich frage bloss".

Wie lebhaft der Gegenstand damals erörtert wurde, zeigt eine Durchsicht der „Landwirtschaftlichen Zeitung auf das Jahr 1805", die im Anschluss an

einen Auszug aus dem Artikel v. Monteton's (S. 90) mehrere Äusserungen aus dem Leserkreise bringt. J. Riem, der den Schatten der Bäume verantwortlich machen möchte (S. 256 u. 503), und einige praktische Landwirte in Sachsen sprechen sich gegen, Friebe (S. 256) nach Erfahrungen in Finland (Abh. d. Liefländ. öcon. Societät 3. Riga 1805) für die Schädlichkeit der Berberitze aus. Ein Bericht über Banks wird in Aussicht gestellt (S. 465 u. 572). Der nächste Jahrgang bringt die schon erwähnten Auszüge aus Banks (S. 1, mit Tafeln), aus der Kritik darüber (11), aus den Antworten in Young's Annalen (133) und eine Ankündigung des Buches von Windt (407). Zu erwähnen wären ausserdem noch Äusserungen von Bachmann in Grundsätze der Deutschen Landwirtschaft 1806. 500, und eine ältere Notiz im Märk. Volksblatt 1798. 255, auf die im Reichsanzeiger 1805. 255 verwiesen wird, die ich aber leider nicht einsehen konnte.

Ebenso beschäftigte man sich in Frankreich am Anfang des 19. Jahrhunderts wiederum mehrfach mit der Berberitzenfrage. In den Mémoires de la Société d'Agriculture de Caen, Bd. 3, sind im Jahre 1830 drei Aufsätze veröffentlicht, zwei von de Magneville, einer von Wheatcroft; alle drei sind aber ohne Zweifel bereits im ersten Dezennium des Jahrhunderts verfasst und erst später gedruckt, denn im Rapport sur les travaux de la Société, depuis le 10 mai 1805 jusqu'au 19 juin 1809 (Précis des travaux de la Soc. d'Agric. et de Commerce de Caën depuis son rétablissement en 1801 jusqu'en 1810, par Pierre-Aimé Lair. Caen 1827) werden Äusserungen beider Autoren in genau demselben Sinne erwähnt. de Magneville bringt in dem ersten Aufsatze historische Notizen über den Rost und spricht sich (S. 18) gegen die Schädlichkeit der Berberitze aus. Im zweiten Artikel hält er die Übertragung des Rosts von Berberitzen, Weissdorn, Kiefern usw. nicht für unmöglich und wünscht genauere Untersuchung. Wheatcroft (S. 32) hält die Berberitze für schädlich; er berichtet, dass er in den Jahren 1799 und 1800 einen starken Rostbefall neben Berberitzen beobachtet habe, der 1801 auf dem Acker von 1799 und derselben Weizensorte nicht wieder aufgetreten sei, nachdem die Berberitzen entfernt worden waren. Was die Ursache der Schädlichkeit betrifft, so meint er: „Je me contenterai donc de penser, que la nature a donné á cette plante une atmosphère, particulièrement nuisible au blé placé dans son étendue, et que cette atmosphère est entraînée à une distance considérable par les vents. J'aurais supposé, que ces effets avaient été produits par la poussière des fleurs de l'épine-vinette, si cet arbrisseau en avait eu beaucoup“ usw.

In dem Artikel Uredinées, von Léveillé, in d'Orbigny, Dictionnaire d'Hist. nat. 12. 1848 wird S. 770 ein französischer Schriftsteller namens

Victrof erwähnt, der sich in Mém. soc. d'agric, Caen mars 1806 über die Schädlichkeit der Berberitze geäussert haben soll. Nach langem vergeblichem Suchen kann ich jetzt mit Sicherheit behaupten, dass es einen besonderen Schriftsteller dieses Namens nicht gibt, sondern dass Victrof mit Wheatcroft identisch ist, und dass Léveillé oder ein anderer den englischen Namen in eine französische Form gebracht hat. Die Gründe für diese Behauptung sind folgende: 1. Memoiren der Soc. d'agr. de Caen aus dem Jahre 1806 gibt es nicht; der 1. Band ist 1827 erschienen. 2. In dem oben erwähnten Bericht über die Arbeiten der Gesellschaft in den Jahren 1801—1809 (Précis des travaux usw.) werden zwar Wheatcroft und de Magneville, aber nicht Victrof genannt. 3. Die von Léveillé abgedruckten beiden Sätze Victrof's finden sich wörtlich bei Wheatcroft (Mém. soc. d'agric. Caen 3. 1830); es sind die oben angeführten, nur hat Léveillé die Reihenfolge umgekehrt, d. h. den ersten Satz zu zweit, den zweiten zuerst gesetzt. Da mir die Vermutung, dass Victrof mit Wheatcroft identisch und das Citat Léveillé's aus Wheatcroft entnommen sei, erst kam, als ich die Bücher der Kgl. Bibliothek in Berlin bereits zurückgesandt hatte, war Herr Prof. Dr. P. Magnus so liebenswürdig, die Sätze zu vergleichen und das soeben erwähnte festzustellen.

Einige Jahre später erschien in Paris eine Schrift von J. A. V. Yvart (Objet d'interêt public usw., 1816), in der auf die Schädlichkeit der Berberitze hingewiesen und versucht wird, das Interesse der Regierung auf den Gegenstand zu lenken. Die grösseren deutschen Bibliotheken besitzen dieses Buch nicht, ebensowenig die Universitätsbibliotheken in Paris und Lyon. Dagegen befindet es sich, nach dem Katalog vom Jahre 1829 (S. 12), in der Bibliothek der Société d'Agriculture et de Commerce in Caen. Ich habe indessen von dort trotz wiederholter Anfrage keine Auskunft erhalten.

Auch in Schweden war um diese Zeit die schädliche Wirkung der Berberitze bekannt. Retzius (Flor. oecon. Sueciae 2. 1806) beschreibt (S. 431) den Rost als „*Lycoperdon epiphyllum*, Bladrost" und hält alle Sorten derselben, auf Berberitzen, Stachelbeeren, Huflattich, Gräsern usw. trotz der Unterschiede für zu einer und derselben Art gehörig. Dann bemerkt er, dass man in letzter Zeit darauf aufmerksam geworden sei, dass das Getreide in der Nachbarschaft der Berberitze besonders vom Roste befallen werde. Das „rostähnliche Mehl", welches von den Winden fortgeführt wird, sich am Getreide festsetzt und dort weiter wächst, betrachtet er als die Ursache. Am Schlusse des Werkes kommt er noch einmal auf den Gegenstand zurück (S. 778): „Det synes nu mera wara utan twifwel at denna lilla Svamp, som dwäljes icke allenast på de

nämnde Buskars löf, utan äfwen på Rönn och flere gräsarter, är oftast orsak til Sädesaxens fördärf, ehuru man endast of Berberis buskens granskap märkt sådan skada". Später behandelte Retzius in einer besonderen Abhandlung (Bot.-oec. Afh. om Berberisbuskens Nytta och Skada 1807) den Nutzen und den Schaden der Berberitze und sucht (nach Eriksson und Henning, Getreideroste 19) den Umstand, dass gerade die Berberitze durch ihren Pilz dem Getreide schädlich wird und nicht die Eberesche und die Stachelbeere, dadurch zu erklären, dass die Berberitze die richtige Höhe habe, während die Eberesche zu hoch, die Stachelbeere zu niedrig sei.

In Dänemark hatte Begtrup auf den in England verbreiteten Glauben, dass die Berberitze dem Getreide schade, aufmerksam gemacht. Es heisst in seinem Buche „Bemerkungen über die englische Landwirtschaft, gesammelt auf einer Reise in England in dem Jahre 1797 (Bd. 2. 1804. 43 der deutschen Übersetzung von P. Jochims): „In der Grafschaft Norfolk wurde ich auf die sonderbare Begebenheit aufmerksam, dass der Weizen keine Berberitzenhecken leiden will, dass er, soweit der Schatten der Hecke reichte, nicht allein eine andere Farbe hatte, sondern auch um vieles leichter, und die Ähren fast unfruchtbar waren. Zunächst hielt ich solches nur für ein Vorurteil, allein ich habe es nachher in Young's Annalen und von Marshall bekräftigt gefunden. Ich habe ebenfalls hier in Seeland, nämlich auf Mineslyst, einem dem Baron Lövenskiold zugehörigen Gute, Gelegenheit gehabt, denselben nachteiligen Einfluss, welchen die Nachbarschaft der Berberitzen auf den Weizen hat, deutlicher zu bemerken".

Später, im 2. Dezennium des Jahrhunderts, entstand in Dänemark ein heftiger Streit über die Berberitze, der viele Jahre auch mit persönlicher Bitterkeit fortgesetzt wurde. Der „Skolelaerer og Kirkesanger" Nicolai Peter Schöler in dem Dorfe Hammel bei Aarhus in Jütland[1]) hatte zahlreiche Berberitzen, die man in älterer Zeit wegen ihrer Früchte und des daraus zu gewinnenden Saftes sehr schätzte, angepflanzt und durch Abgabe von mehr als 8000 Pflanzen zur Verbreitung derselben beigetragen. Da erhielt er im Jahre 1807 Kenntnis von den Erfahrungen, welche der Probst Heiberg in Kirkesaaby in Bezug auf die Schädlichkeit der Berberitze für den Roggen gemacht hatte. Er begann selbst Beobachtungen anzustellen, überzeugte sich von dem schädlichen Einflusse des Strauches und war nun sehr begierig, die Sache aufzuklären. Die Meinung

---

[1]) Eriksson (Landw. Versuchsstat. 49. 1897. 84; Getreideroste 17) gibt irrtümlich an, Hammel liege auf Fünen.

Heibergs, dass der Blütenstaub schade, bewies ihm Pastor Assens als unrichtig. Beim weiteren Nachforschen wurde Schöler auf das *Aecidium Berberidis* aufmerksam und allmählich (1810—1811) gewann er die Ansicht, dass eine Beziehung zwischen diesem Pilze und dem Getreiderost vorhanden sein müsse; aber lange blieb ihm die Frage dunkel: „Woher kommen Rost und Verderbnis im Roggen da, wo keine Berberitzen vorhanden sind?", ein Beweis, dass er ein kritischer Beobachter war und sich nicht durch vorgefasste Meinungen hinreissen liess. Endlich, im Sommer 1812, kam er zu der Überzeugung, „dass die Berberitzen wirklich mit Hilfe des Windes den Rost auf den Roggen in ziemlich grossem Abstande übertragen können und später von dem rostigen Roggen noch weiter" (l. c. 297—299). Im Jahre 1813 begann er, Versuche anzustellen, indem er Berberitzen und Getreide neben einander pflanzte. Der erwähnte Streit entbrannte, als Schöler sich 1812 mit seinen Erfahrungen an die Öffentlichkeit wandte, die Landwirtschafts-Gesellschaft und die Regierung für die Sache zu interessieren suchte, eine kleine Schrift „Om Berberissens skadelige Indflydelse isaer paa Rugen" (1813) verfasste und für die Ausrottung der Berberitzen eintrat, wie er denn auch 1813 seine zahlreichen eigenen Berberitzen auf Wunsch der Landleute seines Dorfes bereitwilligst beseitigen liess (l. c. 292). Der Streit wurde in den Tagesblättern zwischen den Freunden und den Feinden der Berberitze mit einer Heftigkeit geführt, als wenn es Ehre, Leben und Gut anginge, ja er hätte nicht erbitterter sein können, wenn er der Menschheit höchstes Gut, die Gewissensfreiheit, betroffen hätte, wie Pastor B. F. Rönne in Lyngby, übrigens ein Gönner Schölers, in Landökon. Tidende 6. 1817. 77 (nach Nielsen, s. unten) berichtet.

Der einflussreichste Gegner Schölers war der Kommerzienrat Tommesen, damals Gutsinspektor auf Frijsenborg; in einer besonderen Schrift „Bidrag til Berberissens Forsvar", vom Kammerrat Just, Viborg 1814, herausgegeben, schleuderte er eine Reihe heftiger Anklagen gegen Schöler, die dieser indessen in seiner späteren Schrift (l. c. 291—305) der Reihe nach ruhig und sachlich zurückwies.

Auch der Kopenhagener Professor J. W. Hornemann trat in einem Gutachten (Nye Öconom. Annaler 2. 1816), das anscheinend von der Regierung veranlasst war, für die Unschuld der Berberitze ein, aber in sehr besonnener und sachlicher Weise. Er erwähnt Schöler und den Streit nicht, unterzieht aber die bezüglichen Angaben von Willdenow, Banks und anderen einer scharfen Kritik. Seine eigene Ansicht, dass der Berberitzenpilz nichts mit dem Getreiderost zu tun habe, stützt er ausser durch die Angaben von Link, Fries und anderen durch die Resultate

seiner Anpflanzungsversuche und seiner bereits 1814, also vor Schöler, ausgeführten Übertragungsversuche mit dem Berberitzenpilze. Diese waren ohne Erfolg geblieben, und zwar, wie man jetzt ziemlich klar erkennen kann, teilweise, weil bereits Rost auf dem Getreide vorhanden war, so dass gerade die Teile, die mit den *Berberis*-Blättern bedeckt wurden, pilzfrei blieben oder weniger Rost zeigten als die nicht bedeckten Stellen, und teilweise, weil die Sporen unter die abgehobene Oberhaut gebracht worden waren, was nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen zu keinem Erfolge führen konnte. Hornemann rät aber, die Sache weiter zu beobachten, sowie auch Infektionsversuche vorzunehmen, und macht in dieser Beziehung bestimmte Vorschläge.

In der bereits oben erwähnten Schrift, die Schöler 1817 der Königl. Landwirtschafts-Gesellschaft in Kopenhagen einreichte, geht dieser auf die einzelnen Vorschläge Hornemanns ein und zeigt, dass seine Beobachtungen und Versuche denselben, soweit es möglich war, entsprechen. Er berichtet insbesondere auch über Infektionsversuche (S. 327). Am 28. Juni 1816 trug er früh morgens, als der Roggen noch vom Tau feucht war, Berberitzenzweige in einer Schachtel auf einen Acker hinaus, bestrich einige Halme mit den Aecidien, so dass er den Staub auf den Halmen sehen konnte, und befestigte diese Halme an einem Stocke. Am fünften Tage (allerdings nach sonstigen Erfahrungen wohl etwas recht früh!) waren die bestrichenen Halme stark rostig, während gleichzeitig auf dem ganzen Felde kein weiterer rostiger Halm zu finden war. Schöler ist demnach der erste, der die Übertragung des Rosts von der Berberitze auf das Getreide wirklich experimentell durchführte. Im Sommer 1817, als Schöler durch Anpflanzung kleiner Berberitzen in einem Roggenfelde starken Rost hervorgebracht hatte, lud er durch die Zeitung (Aarhus Aviser) jedermann zur Besichtigung ein; und es kamen, wie er schreibt, viele Gelehrte und Ungelehrte, und wunderten sich über die grosse Wirkung einer so kleinen Ursache (S. 311).

Dennoch drang Schöler mit seinen Ansichten nicht durch. Wenn auch ausser den Bauern manche der Landgeistlichen, ausser den genannten noch Pastor Hansen in Todberg, auf seiner Seite standen, so hatten doch seine Gegner den grösseren Einfluss. Im nächsten Dezennium (1820—1830) scheint, wie Nielsen (Ugeskrift for Landmaend 4 R. 8. 1874. 246), der das Verdienst hat, Schölers Tätigkeit der Vergessenheit entzogen zu haben, berichtet, der Streit etwas geruht zu haben. Er entbrannte aber nochmals, nachdem im Jahre 1829 die Königl. Landwirtschaftsgesellschaft eine Aufforderung zu Beobachtungen über die Ursachen des Rostes erlassen und infolge dessen unter anderen auch Schöler eine

Abhandlung an die „Tidsskrift for Landökonomi" und ausserdem einen Bericht über die Roggenernte an die Landwirtschaftsgesellschaft eingesandt hatte (Nielsen 344). Nunmehr beschloss Tommesen, jetzt Bezirksrichter (Birkedommer) auf Frijsenborg, der Sache ein Ende zu machen; er sandte gleichfalls einen Bericht an die Gesellschaft und wusste im Jahre 1832, in dem übrigens wenig Rost vorhanden war, eine Besichtigung in Hammel durch eine Kommission von 22 Kirchspielsvorstehern (Sognefogeder) aus den Ämtern Aarhus, Skanderborg und Viborg zu veranstalten, die in merkwürdiger Übereinstimmung mit seinen Ansichten die Berberitzen von aller Schuld frei sprachen und die Ursache des Rostes in einem aus dem Nebel sich niederschlagenden Schleime zu finden meinten (Nielsen 346—348). Über die weiteren Schicksale Schölers und seiner Sache berichtet Nielsen nichts. Der Streit aber war damit zu Ende, und es scheint in der folgenden Zeit, ob vielleicht infolge des von Schöler betriebenen Ausrottens der Berberitze, ein so heftiges Rostauftreten nicht wieder bemerkt worden zu sein.

Auch ein deutscher Landwirt, C. v. Bönninghausen (Möglin'sche Annalen der Landwirtschaft 4. 1818. 280, das Wesentliche abgedruckt in Funke, Landwirtsch. Centralbl. f. Deutschland 12, 2. 1864. 408) stellte bereits im Jahre 1818 anscheinend sehr erfolgreiche Infektionsversuche an, nachdem er sich zuvor durch Anpflanzungsversuche und durch verschiedene andere Beobachtungen von der schädlichen Wirkung der Berberitze überzeugt hatte. Es schreibt über diese Versuche folgendes: „Um die Frage zu entscheiden, ob der gelbe Staub des Schwammes oder die Ausdünstung der Berberitze, die indessen auch in diesem Jahre wieder keine einzige Blüte hatte, die Ursache der Brandflecken sei, sammelte ich von jenem Staube, der aus der Kapsel fiel, wenn ich das Blatt schüttelte, und brachte denselben einige Tage nacheinander auf ein paar bezeichnete Roggenpflanzen weit von da auf einem diesjährigen Roggenfelde, wo zuverlässig nirgends in der Nähe die Berberitze, die übrigens bei uns auch nicht wild wächst, anzutreffen war. Meine nunmehr fast zur Gewissheit gewordene Vermutung wurde erfüllt; schon nach 5—6 Tagen fand ich meine Halme an den bestäubten Stellen angegriffen und an keiner anderen Pflanze fand sich etwas Ähnliches. Dieser Versuch schien mir entscheidend zu sein; um jedoch ganz sicher zu gehen, wiederholte ich ihn an einer anderen Stelle, und hatte auch da ganz das nämliche Resultat. — Hiernach ist es denn gar nicht mehr zu bezweifeln, dass wirklich der Berberitzenschwamm jene nachteilige Wirkung auf unser Getreide hervorbringt, indem der bei der Reife seiner Kapseln ausfallende Staub vom Winde fortgeführt, auf die Halme gebracht wird, und sich daselbst auf Kosten derselben

unter veränderter äusserer Gestalt ansiedelt.[1]) Es bleibt nun noch zu untersuchen, ob der in dem nun erzeugten Getreideschwamm entstehende Staub ebenfalls, wie jener, gesunde Halme angreifen und hierdurch die Erscheinung erklärt werden könne, dass man bei aneinander hängenden Getreideäckern die Wirkung der Berberitze in grösserer Entfernung verspürt, als wo dies nicht der Fall ist. Zu diesem Endzweck bestäubte ich wieder an einer anderen Stelle meines Roggenfeldes einige Halme mit dem Schwammstaube von den zerfressenen Halmen, und fand auch dabei die Voraussetzung bestätigt, die ich nach Obigem darüber haben musste. Die Flecken zeigten sich nach etwa 9 Tagen gerade ebenso gestaltet, als diejenigen, welche unmittelbar von dem Staube des *Aecidium* herrührten. Zugleich bemerke ich, dass der Schwamm auf dem Getreide in beiden Fällen weit eher seinen Staub ausstösst, als auf den Berberitzenblättern, wodurch es sich neuerdings erklärt, wie die Zerstörung sich in einem Sommer über einen beträchtlichen Strich Feldes verbreiten kann.“

Auch die Resultate v. Bönninghausens fanden wenig Beachtung, und so geriet die Berberitzenangelegenheit in den 30er bis 50er Jahren allmählich mehr und mehr in Vergessenheit, jedenfalls unter den Gelehrten, wenngleich bei den Landwirten sich der Glaube noch hie und da fortpflanzte und Beschwerden wegen der Berberitze bei den Behörden eingereicht oder selbst Prozesse darum geführt wurden (1862 in Bremen nach Buchenau [l. c.], 1863 in Ludwigsburg nach Fleischer [Wochenbl. f. Land- u. Forstw. d. k. Württ. Centralstelle f. Landw. 1864, Nr. 5 u. 6, s. u. de Bary], 1864 in Ragnit nach Settegast [s. u.]). Gutachten angesehener Botaniker, die ihr Urteil nach dem damaligen Stande der Wissenschaft abgaben und die Sache einer gründlichen Prüfung zu unterziehen nicht für nötig hielten, mögen dabei von wesentlichem Einflusse gewesen sein. Das Urteil Hornemann's wurde schon erwähnt. Älter noch ist das Urteil de Candolle's (Ann. Mus. Hist. nat. 9. Paris 1807. 59), der die Sache nur deshalb einer Erwähnung würdigt, weil der berühmte J. Banks die Schädlichkeit der Berberitze behauptet habe. de Candolle meint, eine Schädigung des Getreides könne höchstens dadurch hervorgerufen werden, dass die Samen des *Aecidium Berberidis* auf dem Getreide die *Puccinia* erzeugten! dass dies aber nicht der Fall sei, lehre die Beobachtung, denn man finde oft stark pilzbehaftete Berberitzen neben Getreide ohne *Puccinia*, und umgekehrt rostiges Getreide ohne benachbarte Berberitzen. Damit ist die Sache abgetan. In Flore Française 1815 (Tome V = VI. Vol., 84) hält de Candolle sogar Uredo und *Puccinia*

[1]) Dieser Satz ist im Original gesperrt gedruckt.

graminis für zwei verschiedene Arten; er hat seine frühere Ansicht, dass die *Uredo* ein junger Zustand der *Puccinia* sei, aufgegeben (siehe auch T. V. 60 und T. II. 223 u. 233). Ebenso sprechen sich Unger (Exantheme 1833. 334), L. C. Treviranus (Physiol. d. Gewächse 1838. 789) und Meyen (Pflanzenpathologie 1841. 133) gegen die Ansichten von Banks und Willdenow aus. Man müsse die Möglichkeit solcher Verwandlungen, meint Treviranus, so lange im Interesse der Wissenschaft verneinen, bis entscheidendere Erfahrungen vorlägen; Unger bezweifelt, Meyen bestreitet die Rolle der Sporen als Keime. Auch ein praktischer Landwirt, Staudinger (Oken's Isis 1832. 262), lässt sich vernehmen und äussert sich sehr abfällig über die von Gelehrten gesuchten Beziehungen des Rosts zur Berberitze. Nach de Bary sind noch in den folgenden Schriften, die ich nicht einsehen konnte, Urteile gegen die Schädlichkeit der Berberitze enthalten: Link (Observ. in ord. plant. nat. Diss. I. Magaz. Ges. naturf. Freunde Berlin 3. 1809), v. Strauss (Annal. Wett. Ges. f. Nat. 2. 1811), Kühn (Landw. Annal. d. Mecklenb. patr. Vereins 1862 Nr. 2), Örsted (Om Sygdomme hos Planterne usw. Kopenhagen 1863), während die folgenden den Gegenstand nur erwähnen: Pabst (Lehrb. d. Landw., 5. Aufl. 1. 1862. 252), Schlipf (Lehrb. d. Landw. f. d. Mittelstand 2. 74) und Schlipf (Popul. Handb. d. Landw., 3. Aufl. 98).

Man darf sich über diese gegnerischen Urteile um so weniger wundern, als noch heutigen Tages die Bedeutung der Berberitze für das Auftreten des Getreiderostes, und wie an anderer Stelle (erster Teil, Kap. VII) gezeigt worden ist, nicht ganz mit Unrecht, in Frage gezogen wird. Selbst de Bary (Brandpilze 107 und 113) sprach sich noch 1853 gegen die Einwirkung der Berberitze auf das Getreide aus.

Nur wenig zahlreich sind die Vertreter der Schädlichkeit der Berberitze v. Schwerz (Anleit. z. prakt. Ackerbau Nr. 163) schreibt 1825: „Der Nachteil, den die Nachbarschaft der Berberitze dem Roggen bringt, ist so erwiesen, dass es ermüdet, darauf zurückzukehren."

In der Sitzung der Société Linnéenne de Normandie zu Honfleur im Jahre 1837 wurde der schädliche Einfluss des Sadebaums auf die Birnbäume erörtert (s. unter *Gymnosporangium Sabinae*). Bei dieser Gelegenheit wurde an die Beziehungen erinnert, welche nach der Meinung der Landwirte zwischen der Berberitze und dem Getreiderost vorhanden sein sollten. Es heisst in dem Bericht (S. 19): Un de nos membres correspondants présent à l'une des séances où il a été question de l'*Aecidium cancellatum,* M. Auguste Le Prévost, de Bernay, a rappelé l'opinion, assez répandue parmi les agriculteurs, que la rouille des blés (*Uredo linearis* Pers.), est due à l'influence de l'Epine-vinette, soit par

l'effet de son pollen, soit plutôt à cause de l'*Aecidium berberidis* qui l'attaque fréquemment. Cette opinion règne également en Angleterre, suivant le témoignage de M. Pratt, géologue anglais, présent à l'une des séances où la question fut agitée".

Ein vereinzelter Vertreter der Schädlichkeit der Berberitze in späterer Zeit, der aber auch nicht beachtet wurde, ist noch der Mykologe Dietrich (Arch. Naturk. Liv-, Esth- u. Kurlands 2, 1. 1859. 504.) Er besichtigte 1856 einen durch Rost geschädigten Acker, fand Berberitzen in der Nähe und sagt: „ich zweifle keinen Augenblick, dass in den durch die Luftströmungen hinübergetragenen reifen Sporen des Berberitzenhüllenbrandes einzig und allein die Ursache der vernichteten Ernte des Landmannes zu suchen war".

Auch v. Lengerke (Darst. d. Landw. i. d. H. Meckl. 2. 1831. 197), Rothe (Die rechte Mitte in Bezug auf Landw. 1854. 69) und Ratzeburg (Standortsgewächse und Unkräuter 1859. 70 und 442) halten nach de Bary die Berberitze für schädlich.

Erst O. Settegast (Ann. d. Landw. i. d. K. preuss. Staaten 1864. Wochenblatt Nr. 42) trat, infolge einer Prozessentscheidung zu Gunsten der Berberitze und auf Grund neuer Klagen und Gutachten von Landleuten, sowie eigener Beobachtungen und Anpflanzungsversuche wieder mit Entschiedenheit gegen die Berberitze auf. Dass das Wiederauftauchen des „Gespensts" der Berberitze zunächst mit Spott begrüsst wurde (siehe Landw. Centralbl. f. Deutschl. 1864 II. 151), kann kaum wunder nehmen; doch sehr bald musste der Spott verstummen (l. c. 383 u. 408).

Durch die sorgfältigen Studien der Gebrüder Tulasne (Ann. sc. nat. Bot. 3. s. 7. 1847; 4 s. 2. 1854) und namentlich die de Bary's (Brandpilze 1853; Flora 1863. 177; Ann. sc. nat. 4 s. 20. 1863) war die Kenntnis der Rostpilze nach und nach in ein neues Stadium getreten. Die morphologische Beschaffenheit und die Keimung der Rostsporen war genau untersucht worden, de Bary hatte bei mehreren Rostpilzen das Eindringen der Keimschläuche in die Gewebe der Nährpflanzen verfolgt und für andere Arten *(Aecidium Anchusae, Coleosporium Senecionis* und *Campanulae, Puccinia graminis)* festgestellt, dass die Keimschläuche nicht in dieselbe Nährpflanze eindringen; namentlich aber hatte er durch Aussaat- und Kulturversuche den Zusammenhang der verschiedenartigen Sporenformen bei mehreren autöcischen Pilzen nachgewiesen („*Uromyces appendiculatus* Lk." = *U. Fabae* (Pers.) de Bary, „*U. Phaseolorum* Tul." = *U. appendiculatus* (Pers.) Schroet. = *U. Phaseoli* (Pers.) Wint. und *Puccinia Tragopogonis* (Pers.) Corda). So war für die epochemachende Entdeckung de Bary's, der den Zusammenhang des Berberitzen-

pilzes mit dem Getreideroste neu auffand und zum ersten Male streng wissenschaftlich bewies, der Boden bereitet.[1])

b) Wissenschaftliche Begründung des Wirtswechsels.

de Bary (Monatsberichte K. Akad. d. Wiss. Berlin 1865. 25 und 1866. 205; Annal. d. Landw. in d. K. Preuss. Staaten 45. 1865. 148) hatte festgestellt, dass die Keimschläuche der Sporidien der *Puccinia graminis* nicht in die Graspflanze, die der Aecidiosporen des Berberitzenrosts nicht in Berberitzenblätter eindringen. Er brachte nun die Sporidien der *Puccinia graminis* von *Agropyrum repens* Beauv. und *Poa pratensis* L. auf Berberitzenblätter, stellte das Eindringen der Keimschläuche fest und sah Spermogonien und Aecidien sich entwickeln (1864). Im folgenden Jahre brachte er Aecidiosporen von *Berberis* auf *Secale cereale* L., beobachtete das Eindringen der Keimschläuche und erzog Uredo- und Teleutosporen der *P. graminis.*

Trotzdem die Tatsache des Wirtswechsels durch die sorgfältige Arbeit de Bary's über jeden Zweifel festgestellt war, und obgleich sie in den folgenden Jahren durch die Auffindung weiterer Beispiele wirtswechselnder Rostpilze durch de Bary, Örsted u. a. Bestätigung fand, wurden doch bis in die 80er Jahre von unberufener und selbst von berufener Seite mehrfach Zweifel an der Zusammengehörigkeit des Berberitzen- und des Getreiderostes, sowie an der Heterröcie überhaupt laut.

C. Bagnis z. B. (Atti Accad. dei Lincei 1875) bezweifelte auf Grund einiger Versuche mit *Pucc. Malvacearum, P. Torquati* und *Aecidium Smyrnii* den Zusammenhang zwischen *Puccinia, Uredo* und *Aecidium* überhaupt und speziell den zwischen *P. graminis* und *Aec. Berberidis.*

E. F. v. Homeyer (Die Natur 1883. 154) berichtet, dass durch Anpflanzung von Berberitzen die Infektion von Getreidefeldern nicht gelungen sei. Der Rost habe Vorliebe für geschützte Stellen in der Nähe der menschlichen Ansiedelungen, und hier wachse auch die Berberitze; dies erkläre das Zusammentreffen der Berberitze mit dem Roste (!).

W. G. Smith (Gard. Chron. 25. 1886. 309) hat Aecidien in Berberitzensamen, Teleutosporen in Haferkörnern gesehen und gibt auch Abbildungen davon; er schliesst daraus, dass die aus Samen entstehenden Pflanzen

[1]) Man vergleiche die älteren Darstellungen der Geschichte des Wirtswechsels der Getreideroste bei de Bary (Monatsb. Akad. Berlin 1865), Nielsen (Ugeskrift for Landmaend 4. R. 8. 1874), Plowright (Gard. Chron. 18. 1882. 231 und Brit. Ured.) und Eriksson (Getreideroste und Landw. Versuchsstationen 49. 1897).

Im Literaturverzeichnis ist bei den selteneren in Voraufgehenden citierten Schriften erwähnt, aus welcher Bibliothek ich dieselben erhalten habe.

schon infiziert sein könnten, hält daher die Kulturversuche nicht für zuverlässig und bekämpft die Lehre von der „vermeintlichen“ (supposititious) Verknüpfung der beiden Pilze. Vgl. auch die unter dem Titel „Uredo, Puccinia und Aecidium“ in Gard. Chr. 22. 1884 zwischen W. G. Smith und Plowright geführte Diskussion, sowie Kap. VIII im allgemeinen Teil dieser Arbeit.

Über bestätigende Versuche scheint in der älteren Literatur nur sehr spärlich berichtet worden zu sein. Ich finde nur eine Notiz bei Örsted (Bot. Zeitung 1865. 292) gelegentlich seiner Publikation über *Gymnosporangium Sabinae*.

Auch Ch. B. Plowright trat der Lehre von der Heteröcie mit grossem Misstrauen entgegen und leitete aus seinen ersten Versuchen (Grevillea 10. 1881. 33) Zweifel an derselben ab; er überzeugte sich aber durch weitere Versuche und wurde ihr eifrigster Förderer. Er wiederholte die Versuche de Bary's in beiden Richtungen mit vollkommenem Erfolg (Grevillea 10. 1881/82. 33; Gard. Chron. 18. 1882. 231; Grevillea 11. 1883. 9 und 52).

Ich selbst habe wiederholt erfolgreiche Aussaaten gemacht, zuerst 1889 (Abhandl. naturwiss. Verein Bremen 11. 331).

Mit amerikanischem Material der *Pucc. graminis* von *Agropyrum repens* hat 1884 Plowright und mit solchem vom Weizen 1889 Bolley erfolgreiche Übertragungen auf die Berberitze ausgeführt (nach Arthur and Holway, Bull. Labor. Nat. Hist. Jowa Univ. 4. 1898. 395). Ferner hat Carleton (Bull. 16. U. S. Dep. of Agric. Div. veget. Phys. a. Path. 1899. 54) mit Aecidiosporen erfolgreiche Aussaaten auf Gerste und wahrscheinlich noch weitere Versuche gemacht. Die Zugehörigkeit des amerikanischen Schwarzrosts zu derselben Spezies ist damit bewiesen.

Durch die folgenden Beobachter wurde der Kreis der nachgewiesenen Nährpflanzen erweitert:

Plowright (Proceed. R. Soc. London 36. 1883, 1—3) erzog Uredo auf *Triticum vulgare*, de Bary (in Buchenau, Abh. naturwiss. Verein Bremen 8. 1884. 567) auf *Hordeum vulgare*, Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 306) auf *Secale cereale* und *Hordeum vulgare* aus Aecidien von *Mahonia Aquifolium* Nutt.

Barclay (Transact. Linn. Soc. London 3. 1891. 234) erzog Aecidien auf *Berberis Lycium* Royle aus Teleutosporen eines Grases, das wahrscheinlich *Brachypodium distachyum* Roem. et Schult. ist (Himalaya).

Eriksson [Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 69 = (1); Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 302 = (2); Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896.

195 = (3); 7. 1897. 199 = (4); Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. 9. 1902. 592 = (5)] stellte von Teleutosporen der folgenden Grasarten durch Aussaatversuche fest, dass sie Aecidien auf der Berberitze bilden: *Agropyrum caninum* R. et Sch. (2—5), *desertorum* Fisch. ex Link (4), *repens* Beauv. (1—5), *Agrostis stolonifera* L. (2, 3, 5), *vulgaris* With. (1), *Aira bottnica* Wahlenb. (5), *caespitosa* L. (1, 2, 3, 5), *flexuosa* L. (1), „*grandis*" (2, 5), *Alopecurus nigricans* Horn. (3), *pratensis* L. (2), *Arrhenatherum elatius* M. et K. (3), *Avena barbata* Brot. (5), *chinensis* Fisch. (5), „*purpuracea*" (5), *sativa* L. (1, 3, 5), *Briza maxima* L. (5), *Bromus adoensis* Hochst. (5), *arvensis* L. (5), *brachystachys* Hornung (5), *madritensis* L. (5), *secalinus* L. (2, 3, 5), *Dactylis glomerata* L. (1—4), *Elymus arenarius* L. (3, 5), *glaucifolius* Mühl. in Willd. (3, 5), *Elymus sibiricus* L. (5), *Festuca Myurus* Ehrh. (5), *tenuiflora* Sibth. = *ovina* L. (5), *sciuroides* Roth (= *Vulpia bromoides* Gm.) (5), *Hordeum comosum* J. et C. Presl (5), *jubatum* L. (5), *vulgare* L. (1—5), *Koeleria setacea* DC. (5), *Lamarckia aurea* Mch. (4, 5), *Milium effusum* L. (1, 2, 5), *Panicum miliaceum* L. (3), *Phalaris canariensis* L. (5), *Phleum asperum* Vill. (5), *Boehmeri* Wib. (1), *Michelii* All. (3), *Poa alpina* L. (5), „*aspera*" (5), *caesia* Sm. (5), *Chaixii* Vill. (1), *compressa* L. (1, 3, 5), *pratensis* L. (1, 4), *Secale cereale* L. (1—5), *dalmaticum* Vis. (5), *Trisetum distichophyllum* Beauv. (5), „*unicum*" (2, 4), *ventricosum* Ces., Pass. et Gib. (5), *vulgare* Vill. (1—5).

Mit Material von *Poa pratensis* gelang die Infektion der Berberitze nicht immer, z. B. 1895 (3). Eriksson wirft die Frage auf, ob es vielleicht zwei Pilzarten auf dieser Pflanze gibt (vgl. das Resultat de Bary's). Auffällig ist auch das Verhalten der *Puccinia* auf *Phleum*-Arten, cfr. *Pucc. Phlei-pratensis.* Teleutosporen auf *Phleum pratense* und *Festuca elatior* infizierten die Berberitze nicht.

Versuche von Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 309), mittels gut keimfähiger Aecidiosporen auf der Berberitze Aecidien zu reproduzieren, waren ohne Erfolg.

Versuche Eriksson's und E. Fischer's (Entw. Untersuch. 1898. 48), mittels *P. graminis* Hexenbesenbildung auf der Berberitze zu erhalten, waren gleichfalls ohne Erfolg; wohl entstanden gewisse Hypertrophien der Knospen, die meist in demselben Sommer zu Grunde gingen, mitunter aber auch zu gesunden Trieben auswuchsen (vgl. *Pucc. Arrhenatheri*).

Ein vollständiges Verzeichnis aller Gramineen, auf denen *Puccinia graminis* gefunden wurde, geben Eriksson und Henning (Getreideroste 26—29). Es finden sich darunter, ausser Arten aus den bereits genannten Gattungen, noch solche aus den folgenden: *Aegilops, Andropogon, Anthistiria, Anthoxanthum, Bouteloua, Brachypodium, Calamagrostis,*

Chrysopogon, Distichlis, Holcus, Lolium, Molinia, Muehlenbergia, Oryza, Panicum, Schedonorus, Sorghum, Sporobolus. Viele dieser Angaben werden der Nachprüfung bedürfen. Sehr zweifelhaft erscheint mir die Angabe Cornu's (Compt. rend. 94. 1882. 1731), dass *P. graminis* auf *Phragmites communis* vorkomme, und dass dies die Angabe der Praktiker erkläre, dass sumpfige Gegenden Rost erzeugen.

Als Wirte des Aecidiums werden ausser *Berberis vulgaris* L., *B. Lycium* Royle und *Mahonia Aquifolium* Nutt. noch angegeben: *B. canadensis* Pursh, *nepalensis* Spreng. (Eindringen der Sporidienkeimschläuche beobachtet, de Bary 1866. 205); *aristata* DC., *amurensis* Rupr., „*Neubertii Carolinae*“ (Bolle, Bot. Ver. Prov. Brand. 17. 1875. 76); „*atropurpurea*“, *ilicifolia* Forst., „*Mahonia glauca*“ (Plowright, Gard. Chron. 18. 1882. 234); *aristata* DC. (Barclay, Descr. List 367); *altaica* Pall. = *sibirica* Pall. (de Toni in Saccardo, Sylloge).

Wenngleich kein Zweifel mehr möglich ist, dass die Berberitzen dem Getreide durch Rostübertragung schädlich werden können, so fehlt es doch auch seit der Feststellung des Wirtswechsels des Getreiderosts nicht an Stimmen, welche diesen Schaden als nicht besonders wesentlich ansehen. Beobachtungen über so auffallend schädliche Einwirkungen, wie die älteren Beobachter sie angeben, scheinen in neuerer Zeit weniger gemacht zu sein. Es dürfte nicht ganz leicht sein, zu entscheiden, ob die vielerwärts vorgenommene Beseitigung der Berberitzen in der Nähe der Äcker einen Einfluss ausgeübt hat, oder ob die älteren Beobachter häufiger Erscheinungen als Rost bezeichnet haben, die kein Rost waren, denn noch heute verwechseln selbst gebildete Landwirte nicht selten Brand, Schwärze und Anderes mit Rost. Tatsächlich scheint die Zahl der Berberitzen erheblich vermindert worden zu sein; sie kommen gegenwärtig, wenigstens im nördlichen Deutschland, fast nur in Anlagen vor, nur wenige Landleute kennen sie, und die einstige Verwendung ihrer Früchte scheint in Vergessenheit geraten zu sein.

Ein paar bemerkenswerte Beobachtungen über den Einfluss der Berberitze auf Getreidefelder mögen aus der Zeit nach de Bary's Entdeckung erwähnt sein.

Wie G. Rivet (Bull. Soc. bot. France 16. 1869. 331) berichtet, hatte man an der Bahn der Eisenbahn-Gesellschaft von Lyon bei Genlis (Côte d'Or) auf einer Strecke von mehreren Kilometern Berberitzen gepflanzt, und nun erfolgten Klagen der Landleute. Es wurden 400 m Berberitzen entfernt und einer der Beamten mit der Feststellung des Erfolges betraut. Derselbe fasst seine Schlüsse folgendermassen zusammen:

1. Partout où il y a de l'Épine-vinette, sur le territoire de la commune de Genlis, les céréales sont plus ou moins malade de la rouille.

2. Là où il n'y a jamais eu d'Épine-vinette, les céréales sont en bon état et ne présentent pas de traces de rouille.

3. Enfin, il a suffi, pour faire apparaître cette maladie dans un champ où elle se n'était jamais manifestée, de planter dans ce champ un seul brin d'Épine-vinette.

Plowright (Gard. Chron. 18. 1882. 232) vermochte die Stellen, wo drei Berberitzen am Rande eines Ackers gestanden hatten, an den halbkreisförmigen Rostinvasionen von 10 Yards Durchmesser mit Leichtigkeit aufzufinden.

Von den gegen die Schädlichkeit der Berberitze erhobenen Einwänden ist besonders der wichtig, dass der Rost vielfach auch in Gebieten auftrete, wo gar keine Berberitzen sind. Von Helgoland wird z. B. 1868 *Pucc. graminis* angegeben, obgleich fast gar keine Berberitzen auf der Insel vorkommen sollen (Hallier, Phytopathologie 279, nach Eriksson, landw. Versuchsstationen 49. 1897. 90). Auch sonst scheint vielerwärts die Verbreitung der Berberitze nicht in dem entsprechenden Verhältnis zu der Massenhaftigkeit des Auftretens des Getreiderosts zu stehen. Schon J. Kühn (Landwirtsch. Jahrbüch. 1876. 399) äussert sich in diesem Sinne in einem Gutachten über die Notwendigkeit der Beseitigung der Berberitzen. Kühn erwähnt z. B., dass zu Kreul in Bayern, wo die Berberitze sehr häufig wild wächst, der Rost nicht häufiger auftrete als in andern Gegenden. Blomeyer (Fühlings landw. Zeitung 1876. 405) hebt hervor, dass *Pucc. graminis* bereits Ende Mai vorhanden war, wo eine Infektion von Berberitzen aus noch nicht stattgefunden haben konnte. In Australien sind die Berberitzen nicht häufig, der Rost ist vorhanden (Mc. Alpine, Dep. Agr. Victoria 1894). Auf einer Reise in Jemtland (Schweden) fand E. Henning (Botan. Centralbl. Beiheft 2. 1895. [3]) keine Berberitzen, wohl aber Rost an mehreren Stellen. Von den an Rost leidenden weizenbauenden Gebieten in Indien beträgt nach Barclay (Journ. of Botany 30. 1892. 47) die Entfernung bis zu den nächsten Berberitzen 300 Meilen. Barclay hält den Transport der Sporen auf diese Entfernung allerdings und mit Recht für möglich; an eine regelmässige Infektion hin und wieder ist aber ja natürlich nicht zu denken.

Die verschiedenen Versuche, das Auftreten der *Puccinia graminis* und anderer Getreideroste ohne Vermittelung der Aecidien zu erklären, sind bereits im allgemeinen Teil in Kap. VII besprochen, und es sei daher hier nur kurz das nötigste *P. graminis* Betreffende zusammengestellt.

Die Überwinterung im Uredozustande ist für die nördlichen Gebiete der alten und neuen Welt weder erwiesen noch wahrscheinlich. de Bary (Monatsb. 1865. 23) fand das Mycel der *P. graminis* immer nur im Umkreis der Fruchtlager; es liess sich niemals in die auskeimenden Triebe der Nährpflanzen verfolgen. Stark mit *Puccinia* bedeckte Stöcke von *Triticum repens* und *Poa pratensis*, die in Kultur genommen wurden, blieben im nächsten Jahre völlig rostfrei. Zu demselben Resultate führten auch von mir ausgeführte Kulturversuche (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 340; 10. 1900. 87). Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 66; Getreideroste 40) bemühte sich gleichfalls vergeblich, die Überwinterung zu erweisen, ebenso Carleton (U. S. Dep. of Agric. Div. veget. Path. Bull. 16. 57) in Nordamerika, selbst in Gebieten, die so südlich gelegen sind wie Texas.

Dagegen soll der Pilz in Australien im Uredozustande überwintern (Mc. Alpine, Dep. of Agric. Victoria, Bull. 14. 1891; Cobb, Agric. Gaz. New South Wales 3. 1892. 186; Proc. 3. Rust-in-Wheat Conf. 1892. 29).

Ob einzelne spezialisierte Formen der *P. graminis* auf bestimmten Gräsern überwintern, bedarf noch der Prüfung; nach Eriksson (Getr. 47) scheint z. B. die Form auf *Aira caespitosa* als Uredo überwintern zu können.

Über die immer wieder auftauchende Frage, ob die Sporidien die Getreidepflanze infizieren könnten (so z. B. Eriksson. Getr. 47 usw.; Hartig, Lehrbuch der Pflanzenkrankh. 1900. 130), ist im V. Kap. bereits das Erforderliche gesagt. Es genüge hier, nochmals darauf hinzuweisen, dass de Bary (Ann. sc. nat. 1863. 86) zu bestimmt negativen Resultaten gekommen ist, dass zwar Plowright nach Gard. Chron. 18. 1882. 233 und 331 und Records Woolhope Trans. Hereford 1887 (s. Lagerheim, Bot. Centr. 54. 1893. 326) Erfolg erzielt haben soll, aber mir später brieflich erklärt hat, dass die Angaben auf einem Irrtume beruhen (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 79), dass derselbe Autor in Brit. Ured. 1889, 57 ausdrücklich hervorhebt, selbst die reichlichste Sporidienaussaat bringe auf dem Gramineen-Wirte keinen Erfolg hervor, und endlich, dass eine grössere Zahl von mir selbst angestellter Aussaatversuche mit massenhaften Sporidien völlig ohne Erfolg blieb (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 341; 10. 1900. 80).

Ebenso ist im VIII. Kap. bereits gesagt, dass die Übertragung der Rostkrankheit mittelst der Samen nicht bewiesen und auch sehr unwahrscheinlich ist, und dass der Mycoplasmalehre Eriksson's die wissenschaftliche Begründung fehlt.

Das jährliche Wiedererscheinen des Rosts ist daher zwar ein noch nicht völlig gelöstes Problem, aber es kann meines Erachtens nicht mehr

ernsthaft bestritten werden, dass dem Transport der Sporen durch die Luft die wesentlichste Rolle dabei zufällt; es lässt sich nachweisen, dass aus der Luft massenhafte Rostsporen niederfallen, und dass solche, die *Puccinia graminis* gleichen, darunter einen sehr erheblichen Bruchteil ausmachen (Kap. VII).

c) Spezialisierung.

Durch Infektionsversuche mit Uredosporen [Zeitschr. f. Pflanzenkr. 4. 1894. 70, im folgenden mit (A) zitiert; Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 294 = (B); Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 1896. 500 = (C); Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 7. 1897. 198 = (H)) und mit aus bestimmten Teleutosporen gezogenen Aecidien (Deutsch. Bot. Ges. 12. 304 = (D); Jahrb. wiss. Bot. 29. 506—510 = (E); Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 7. 1897. 198 = (J); Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 596 = (K)] kam Eriksson zu dem Ergebnis, dass die auf den verschiedenen Wirten lebenden als *Pucc. graminis* bezeichneten Pilze nicht identisch sind, sondern in eine Reihe von „spezialisierten Formen" zerfallen, deren jede nur auf einen bestimmten und beschränkten Kreis von Wirten überzugehen vermag.

Versuche ähnlicher Art sind mit den in Amerika vorkommenden Rostformen ungefähr gleichzeitig auch von Hitchcock und Carleton [Kansas State Agric. College Exp. Station Bulletin Nr. 46. 1894. 3 = (F)] und später von Carleton allein [U. S. Department of Agric., Div. of veg. Phys. and Path. Bull. Nr. 16. 1899. 52ff = (G)] ausgeführt worden.

Die in Betracht kommenden Versuche, nach den danach zu unterscheidenden spezialisierten Formen geordnet, sind die folgenden:

1. **Puccinia graminis Secalis** Erikss. et Henn.

Uredosporen von *Secale cereale* infizierten *Secale cereale* und *Hordeum vulgare*, nicht *Triticum vulgare* und *Avena sativa* (A); ebenso verhielten sich aus Teleutosporen von *Secale* gezogene Aecidien (D, E).

Uredosporen von *Hordeum vulgare* infizierten *Hordeum* und *Secale*, nicht *Triticum*, *Avena* und *Phleum pratense* (A); aus Teleutosporen von *Hordeum* gezogene Aecidien infizierten *Hordeum* und *Secale*, nicht *Triticum* und *Avena* (E).

Uredosporen von *Hordeum jubatum* infizierten Roggen und Gerste (G 60)[1]); Uredosporen von *Hordeum jubatum* infizierten *Secale cereale*, nicht *Triticum*, *Hordeum vulgare;* ein schwacher Erfolg auf *Avena* soll auf einer spontanen Infektion beruhen (H).

---

[1]) Vgl. *P. graminis Tritici.* Nach Carleton kommen vielleicht zwei verschiedene Formen auf *Hordeum jubatum* vor.

Uredosporen von *Agropyrum repens* infizierten *Agropyrum repens, Secale, Hordeum,* nicht *Triticum, Avena, Koeleria cristata* (A). Aus Teleutosporen von *Agropyrum* gezogene Aecidien infizierten *Agropyrum, Secale* (D, E) und *Hordeum,* nicht *Triticum* und *Avena* (E).

Uredosporen von *Agropyrum caninum* infizierten *Secale,* nicht immer *Hordeum,* gar nicht *Triticum* und *Avena* (C).

Uredosporen von *Elymus arenarius* infizierten *Secale* und *Hordeum,* nicht *Triticum* und *Avena* (B).

Aus Teleutosporen von *Bromus secalinus* gezogene Aecidien infizierten *Secale*; *Bromus secalinus* blieb bei diesem Versuche immun (D).

Aus Teleutosporen von *Agropyrum desertorum* gezogene Aecidien infizierten *Secale, Hordeum* und schwächer *Tr. desertorum,* nicht *Avena* und *Triticum vulgare* (J).

Aus Teleutosporen von *Elymus sibiricus* gezogene Aecidien infizierten *Secale cereale* (K).

Uredosporen von *Hordeum murinum* infizierten *Hordeum vulgare,* nicht *Avena sativa* (K).

Uredosporen von *Hordeum comosum* infizierten *Hordeum vulgare* und *Secale cereale,* nicht *Triticum vulgare* und *Avena sativa* (K).

Uredosporen von *Briza virens* infizierten *Secale cereale* (unsicher! K).

Hiernach sind Nährpflanzen der forma *Secalis: Secale cereale* L., *Hordeum vulgare* L., *H. jubatum* L., *H. murinum* L., *H. comosum* J. et C. Presl., *Agropyrum repens* Beauv., *A. caninum* R. et Sch., *A. desertorum* Fisch., *Elymus arenarius* L., *E. sibiricus* L., *Bromus secalinus* L.

2. **Pucc. graminis Tritici** Erikss. et Henn.

Uredosporen von *Triticum vulgare* infizierten reichlich *Triticum vulgare,* schwächer *Hordeum vulgare,* spärlich *Secale cereale* (A, B, C, H) sehr spärlich (oder zweifelhaft?) auch *Avena sativa* (H). Aecidiosporen aus Teleutosporen von *Triticum* infizierten *Triticum* und *Hordeum,* nicht *Secale* und *Avena* (E, J). Aus Teleutosporen ungarischer Abkunft gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa* stärker als *Triticum*! (K).

Uredosporen der nordamerikanischen *Puccinia* vom Weizen infizierten leicht verschiedene Weizensorten, gar nicht (F) oder weniger (G) Gerste, Roggen nicht,[1]) Hafer und *Sorghum* gar nicht (F, G). Ferner wurden infiziert *Triticum monococcum, Hordeum murinum, Agropyrum Richardsoni, Elymus virginicus, Festuca gigantea, Koeleria cristata,*

---

[1]) Ein Versuch mit positivem, aber sehr spärlichem und daher zweifelhaftem Erfolg auf Roggen wurde mittels Aecidiosporen ausgeführt (G 54).

unsicher *Dactylis glomerata;* pilzfrei blieben *Agropyrum spicatum, Agrostis alba vulgaris, Anthoxanthum odoratum, Holcus mollis, Lolium perenne, Melica altissima, Phleum pratense, Poa nemoralis, P. pratensis, Sporobolus asper* (G).

Uredosporen von Gerste infizierten Gerste und Weizen (nicht immer), nicht Roggen, Hafer, *Sorghum, Hordeum nodosum* (G).

Uredosporen von *Hordeum jubatum* infizierten Weizen[1]) und Gerste[1]), nicht Roggen, Hafer, *Sorghum, Hordeum nodosum, Triticum villosum, Arrhenatherum elatius, Dactylis glomerata* (G 55).

Uredosporen von *Agropyrum tenerum* infizierten Weizen, aber sehr spärlich (G).

Uredosporen von *Elymus canadensis glaucifolius* infizierten Weizen, *Hordeum jubatum, Elymus canadensis, E. canadensis glaucifolius,* nicht Roggen, Gerste, Hafer, *Agropyrum Richardsoni, A. tenerum, A. spicatum, Agrostis alba vulgaris, Dactylis glomerata, Elymus hirsutiglumis, E. virginicus, E. virginicus muticus* (G).

Uredosporen von *Agrostis alba* infizierten Weizen (W. Stuart nach Arthur and Holway, Bull. Lab. Nat. Hist. Jowa 4. 1898. 396).

Der amerikanische Schwarzrost des Weizens scheint danach eine andere Spezialisierung zu haben als der von Eriksson untersuchte schwedische. Ähnliches könnte für den erwähnten ungarischen Pilz gelten.

Bei Aussaatversuchen mit Aecidiosporen, die aus Teleutosporen von *Triticum* gezogen waren, erhielt Eriksson (B 304, C 506, J 201) mehrere Male auf *Hordeum vulgare* eine reichlichere Infektion als auf *Triticum vulgare;* er glaubt hier einen Einfluss des Aecidiums annehmen zu sollen. Durch diese Erfahrung scheint übrigens der angegebene Unterschied zwischen dem schwedischen Weizenschwarzrost und dem nordamerikanischen vermindert zu werden.

Eriksson bezeichnet die Forma *Tritici* als nicht scharf fixiert.

Nährpflanzen der schwedischen forma *Tritici* sind demnach: *Triticum vulgare* Vill., (*Hordeum vulgare* L., *Secale cereale* L., *Avena sativa* L.).

Nährpflanzen der amerikanischen Form sind: *Triticum vulgare* Vill., *Tr. monococcum* L., *Tr. villosum* M. B., *Hordeum vulgare* L., *H. jubatum* L., *H. murinum* L., *Agropyrum Richardsoni* Schrad., *A. tenerum* Vasey, *Elymus virginicus* L., *E. canadensis glaucifolius* Torr., *E. canadensis* L., *Festuca gigantea* Vill., *Koeleria cristata* Pers., ? *Dactylis glomerata* L., *Agrostis alba* L.

---

[1]) Auch nach Versuchen von W. Stuart (s. Arthur and Holway, Bull. Lab. Nat. Hist. Jowa 4. 1898. 396).

3. **Pucc. graminis Avenae** Erikss. et Henn.

Uredosporen von *Avena sativa* infizierten *Avena sativa* (A, B), nicht immer *Milium effusum* (B), gar nicht *Secale cereale, Triticum vulgare, Hordeum vulgare* (A). Aus Teleutosporen von *Avena* auf *Berberis vulgaris* gezogene Aecidien infizierten *Avena*, nicht *Secale, Triticum, Hordeum* (E); ebenso verhielten sich Aecidien auf *Mahonia Aquifolium* (E).

Uredosporen von *Avena sterilis* infizierten *Avena sativa*, nicht *Triticum* und *Hordeum* (C).

Uredosporen von *Arrhenatherum elatius* infizierten *Avena sativa* schwach (B).

Uredosporen von *Milium effusum* infizierten *Avena*, nicht *Milium* (B). Aecidiosporen aus Teleutosporen von *Milium* infizierten *Avena*, nicht *Milium, Secale, Triticum* (D).

Uredosporen von *Alopecurus pratensis* infizierten *Avena* und *Alopecurus*, nicht *Secale, Triticum, Hordeum* (B).

Uredosporen von *Dactylis glomerata* infizierten *Avena* und *Alopecurus*, nicht *Dactylis, Secale, Triticum, Hordeum* (B).

Uredosporen von *Trisetum distichophyllum* infizierten *Avena*, nicht *Secale* und *Triticum* (H).

Aus Teleutosporen von *Lamarckia aurea* gezogene Aecidien infizierten *Avena* und *Lamarckia*, nicht *Secale, Triticum, Hordeum* (J).

Aus Teleutosporen von *Koeleria setacea* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa*, nicht *Secale, Triticum, Poa pratensis* und *Koeleria setacea*! (K).

Aus Teleutosporen von *Bromus madritensis* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa* und sehr spärlich *Secale cereale*,[1]) nicht *Triticum vulgare, Hordeum vulgare, Bromus mollis* (K).

Aus Teleutosporen von *Bromus brachystachys* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa*, nicht *Secale cereale, Triticum vulgare, Hordeum vulgare, Bromus arvensis* (K).

Aus Teleutosporen von *Bromus arvensis* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa*, nicht *Triticum vulgare* und *Bromus arvensis*! (K).

Aus Teleutosporen von *Festuca Myurus* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa* und sehr spärlich *Secale cereale*[1]), nicht *Triticum vulgare* und *Hordeum vulgare*.

---

[1]) Ob die positiven Ausschläge auf Roggen eine Eigenschaft der Pilzform sind oder auf Verunreinigung beruhen, lässt Eriksson unentschieden (K 598).

Aus Teleutosporen von *Vulpia bromoides* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa,* nicht *Secale cereale, Triticum vulgare, Hordeum vulgare* (K).

Aus Teleutosporen von *Phalaris canariensis* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa* und sehr spärlich *Secale cereale*[1]), nicht *Triticum vulgare* und *Hordeum vulgare* (K).

Aus Teleutosporen von *Phleum asperum* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa,* nicht *Secale, Triticum, Hordeum* (K; s. auch Öfv. Vet. Ak. Förh. 1902. 192).

Aus Teleutosporen von *Briza maxima* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa* und sehr spärlich *Secale cereale,* nicht *Triticum* und *Hordeum* (K).

Aus Teleutosporen von *Festuca tenuiflora* gezogene Aecidien infizierten *Avena sativa,* nicht *Secale, Triticum, Hordeum* (K).

Uredosporen von *Avena brevis* infizierten *Avena sativa,* nicht *Secale, Triticum, Hordeum* (K).

Uredosporen von *Lamarckia aurea* infizierten *Avena sativa,* nicht *Secale* und *Triticum* (K).

Uredosporen der nordamerikanischen *Puccinia* des Hafers infizierten zu wiederholten Malen verschiedene Hafersorten, *Avena fatua, Avena pratensis, Hordeum murinum, Dactylis glomerata, Ammophila arenaria,* je einmal *Agrostis scabra, Alopecurus alpestris, Arrhenatherum elatius, Avena Hookeri, A. sterilis, Bromus ciliatus, Eatonia* sp.?, *E. obtusata, Festuca* sp.?, *Holcus mollis, Koeleria cristata, Phleum asperum, Polypogon monspeliensis, Trisetum subspicatum* (G). Nicht infiziert wurden Weizen, Gerste, Roggen, *Sorghum* (F, G), *Triticum spelta, Tr. monococcum,* ferner folgende Gräser: *Agrostis alba vulgaris, Andropogon halepense, Anthoxanthum odoratum, Bouteloua curtipendula, Brachypodium distachys, Brizopyron siculum, Bromus unioloides, Eatonia Dudleyi, Eleusine aegyptiaca, Elymus* sp.?, *E. virginicus, Eragrostis Purshii, Festuca arundinacea, F. ovina, F. gigantea, F. rubra glaucescens, Hordeum jubatum, H. nodosum, Koeleria cristata, Lolium perenne, Panicum crus galli, Phalaris arundinacea, Phleum pratense, Poa annua, P. pratensis, Schedonnardus panniculatus, Sporobolus asper, Sp. cryptandrus, Triodia cuprea, Triticum villosum* (G).

Uredosporen von *Dactylis glomerata* infizierten *Dactylis* und Hafer, nicht Weizen (G).

---

[1]) Bezieht sich auf die Note der vorhergehenden Seite.

Uredosporen von *Arrhenatherum elatius* infizierten Hafer, nicht Weizen und Roggen (G).

Nährpflanzen der schwedischen Forma *Avenae* sind danach: *Avena sativa* L., *A. sterilis* L., *A. brevis* Roth, *Arrhenatherum elatius* Mert. et Koch, *Dactylis glomerata* L., *Alopecurus pratensis* L.,[1]) *Milium effusum* L., *Lamarckia aurea* Mch., *Trisetum distichophyllum* Beauv., *Koeleria setacea* DC., *Bromus arvensis* L., *B. brachystachys* Hornung, *B. madritensis* L., *Festuca Myurus* Ehrh., *F. tenuiflora* Sibth. (*ovina* L.), *F. sciuroides* Roth (= *Vulpia bromoides* Gm.), *Phalaris canariensis* L., *Phleum asperum* Vill., *Briza maxima* L.

In der folgenden Liste der Nährpflanzen der amerikanischen Form sind diejenigen Arten oder Gattungen mit einem Stern (*) bezeichnet, die sich auch unter denen der europäischen Form befinden: *Avena sativa**, *A.* fatua* L., *A.* pratensis* L., *A.* „Hookeri", A. sterilis*, Hordeum murinum* L., *Ammophila arenaria* Lk., *Agrostis scabra* Willd. (= *hiemalis* B. S. P., *Alopecurus* alpestris* Wahlenb. (= *pratensis* L.), *Arrhenatherum elatius,* Bromus* ciliatus* L., *Dactylis glomerata*, Eatonia obtusata* A. Gray, *Holcus mollis* L., *Koeleria* cristata* Pers., *Phleum asperum*, Polypogon monspeliensis* Desf., *Trisetum* subspicatum* Beauv.

Der amerikanische Haferschwarzrost stimmt in seinem Verhalten mit dem schwedischen im wesentlichen überein. Abweichend ist seine Übertragbarkeit auf *Hordeum murinum*, das in Schweden einen zu *P. graminis Secalis* gehörenden Rost trägt. (Eriksson K.)

Dem Haferschwarzroste schreibt Eriksson (C 512; K 595; Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 3. 1897. 306) eine grössere „Vitalität" zu, als den übrigen Schwarzrostformen des Getreides. Das soll heissen eine „höhere Keimfähigkeit und Keimungsenergie der einzelnen Sporenformen", „zahlreichere und kräftigere Ausschläge" der Infektionsversuche, „verderblichere Wirkungen auf die Getreideernte", auch das Vermögen, eine grössere Zahl von Wirtspflanzenarten zu befallen.

Als Ursache der verschiedenen Spezialisierung der genannten Roste in den einzelnen Ländern und der verschiedenen „Vitalität" derselben ist Eriksson (K 606) geneigt, den verschiedenen Umfang anzusehen, in welchem die einzelnen Getreidearten in den betreffenden Ländern gebaut werden. In Schweden folgen die Getreidearten nach der Menge des Anbaues so aufeinander: Hafer (10 Mill. Deciton), Roggen (5), Gerste (3), Weizen (2). Die Reihenfolge der Pilze nach der „Vitalität" ist dieselbe,

---

[1]) Ob der Pilz auf *Alopecurus nigricans* Horn (?) = *arundinaceus* Poir. mit dem auf *A. pratensis* identisch ist, ist nach Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 194) nicht sicher. Aussaat auf *A. pratensis* u. a. gab negativen Erfolg (B 298).

f. *Avenae,* f. *Secalis* (mit höherer Vitalität auf Roggen als auf Gerste), f. *Tritici.* Eine Rolle spielt nach Eriksson's Meinung vielleicht die Konkurrenz der übrigen Getreideroste mit, auf Hafer nur *P. coronifera,* die in Schweden nur spärlich auftritt, auf Roggen auch *P. dispersa,* auf Gerste *P. simplex* und *P. glumarum.* auf Weizen *P. triticina* und *P. glumarum.* Diese Vermutung bedürfte aber wohl sehr der Bestätigung. In Nordamerika ist die Folge der Getreidesorten nach dem Anbau: Weizen (125 Mill. Deciton), Hafer (123), Gerste (14), Roggen (7). Hier haben die Schwarzrostformen des Weizens und des Hafers die grösste Entwickelung erfahren, die des Weizens hat sich auch der Gerste bemächtigt, die des Roggens ist zurückgeblieben. Die Konkurrenz durch den Weizengelbrost scheint ganz zu fehlen.[1])

4. **Pucc. graminis Airae** Erikss. et Henn.

Uredosporen von *Aira caespitosa* L. infizierten *Aira caespitosa* nicht immer, nicht *Secale, Triticum, Avena* (A, B), *Hordeum* (B). Aus Teleutosporen von *Aira bottnica* Wahlenb. gezogene Aecidien infizierten *Aira caespitosa* (K).

5. **Pucc. graminis Agrostis** Erikss.

Uredosporen von *Agrostis canina* L. infizierten *Agrostis stolonifera* (= *alba* L), nicht *Secale, Triticum, Hordeum, Avena* (B). Vgl. den oben erwähnten Versuch von Stuart unter *P. graminis Tritici.*

6. **Pucc. graminis Poae** Erikss. et Henn.

Uredosporen von *Poa compressa* L. infizierten *Secale* und *Avena* nicht (A). Aecidiosporen aus Teleutosporen von *Poa compressa* infizierten *Poa compressa,* nicht *Secale, Triticum, Hordeum, Avena, Poa pratensis* (E).

Uredosporen von *Poa pratensis* infizierten weder *Poa compressa* (C) noch *Hordeum* und *Avena* (B).

Uredosporen von *Poa caesia* Sm. infizierten *Poa compressa* (H). Aecidien aus Teleutosporen von *Poa caesia* infizierten *Poa pratensis,* nicht *P. compressa* (K). Die Spezialisierungsverhältnisse dieser Form bedürfen weiterer Prüfung.

Eine Reihe von Beobachtungen über die Rassen der *Puccinia graminis* in der Schweiz liegt von F. Müller vor (Bot. Centr. 10. 1901. 202). Müller stellte fest, welche Grasarten neben bestimmten befallenen Grasarten nicht befallen waren, um so zu einem Schlusse in Bezug auf die

[1]) Die durch *P. triticina* ist indessen vorhanden! (Kleb.)

Spezialisierung zu kommen. Unter den aufgefundenen Rassen lassen sich die formae *Agrostis* und *Avenae* erkennen. Eine Reihe vielleicht zum Teil selbständiger Formen beherbergen folgende Gräser: *Agropyrum caninum* R. et Sch., *A. glaucum* R. et Sch., *Secale cereale* L., *Poa nemoralis* L., *Festuca „pratensis“* Huds.? oder Schreb.?, *Apera Spica venti* Beauv., *Lasiagrostis Calamagrostis* Lk., *Festuca ovina* L., *Agrostis alba* L. Diese Resultate bedürfen aber der Bestätigung durch Kulturversuche. Müller fand z. B. neben dem Pilze auf *Secale cereale* niemals *Hordeum vulgare* befallen, während nach Eriksson die forma *Secalis* auf *Hordeum* übergeht; vielleicht hätte sich aber im künstlichen Versuche *Hordeum* doch als empfänglich erwiesen, wenngleich es im Freien nicht befallen wurde. Nur eine Versuchsreihe wurde bisher ausgeführt: Aecidiosporen aus Teleutosporen von *Agropyrum glaucum* infizierten *A. glaucum*, *caninum* und *repens*, dagegen nicht *Secale*, *Hordeum* usw. Es geht auch hieraus noch nicht genügend hervor, ob es sich um eine der bereits bekannten Formen oder um eine neue handelt.

Puccinia Phlei-pratensis Erikss. et Henn.

Mit einer auf *Phleum pratense* lebenden *Puccinia* vom Typus der *P. graminis* (Schwarzrost) erhielt Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 141), und zwar mit überwintertem, gut keimendem Material, nur an einer von 92 Infektionsstellen (9 Versuche) auf *Berberis* einen schwachen Erfolg, so dass diese Form wahrscheinlich ihr Aecidium auf *Berberis* nicht bildet. Es gelang später (Eriksson, Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 310), den Pilz mittels der Uredosporen auf *Festuca elatior* und umgekehrt einen Pilz von *Festuca elatior* auf *Phleum pratense* zu übertragen, wobei allerdings im Freien herangewachsene Pflanzen benutzt wurden. Dabei wurde auf *Phleum* ein reichlicheres Resultat erhalten als auf *Festuca*. Ohne Erfolg waren Aussaatversuche auf *Secale cereale, Triticum vulgare, Hordeum vulgare,* ein sehr zweifelhafter Erfolg wurde auf *Avena sativa,* einmal auch auf *Secale* erhalten.

Der Pilz scheint im Uredostadium als Mycel zu überwintern, die letzten Uredolager wurden Ende Dezember, die ersten Ende März bemerkt (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. l. c).

Später kam Eriksson in Bezug auf das Verhalten gegen *Berberis* zu demselben Resultat (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 197; Öfv. Vet. Akad. Förh. 1902. 191); der Pilz von *Festuca* wurde auf *Berberis* nicht geprüft. Auffällig ist, dass auf anderen *Phleum*-Arten echte *Pucc. graminis* vorkommt (s. diese).

Bei neueren Versuchen (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1902. 193) gelang es Eriksson, mittels der Uredosporen von *Phleum pratense* ausser *Phl. pratense* und *Festuca elatior* auch *Phleum Michelii* sowie *Secale cereale* und *Avena sativa* schwach zu infizieren. *Triticum vulgare, Hordeum vulgare* und *Poa pratensis* blieben pilzfrei. Der Pilz von *Phleum phalaroides* Koel. (= *Boehmeri* Wib.) infizierte *Phleum pratense* und *Avena sativa,* nicht *Secale, Triticum, Hordeum.* Der Pilz von *Festuca elatior* ging wohl auf *Phleum pratense,* aber nicht auf *Hordeum* über; der Erfolg auf *Secale* und *Avena* war unsicher; der Pilz von *Avena* ging nicht auf *Phleum pratense* über.

Nährpflanzen sind danach in erster Linie *Phleum pratense* L. und *Festuca elatior* L., in zweiter Linie *Phl. Michelii* All., *Avena sativa* L. und *Secale cereale* L. Im Freien tritt auf *Avena, Secale* und *Phl. Michelii* nur *P. graminis* auf.

Eriksson betrachtet *Pucc. Phlei-pratensis* als „nicht scharf fixiert". Beispiele ähnlichen Verhaltens sind mehrfach bekannt geworden (Kap. XIV c); dennoch könnte man den strengen Nachweis für wünschenswert halten, dass der auf *Avena* und *Secale* entstandene Pilz wirklich nicht *P. graminis* war. Ferner vermutet Eriksson, dass *P. Phlei-pratensis* aus *P. graminis* durch Verlust des Infektionsvermögens gegen *Berberis* entstanden sei, und zwar in Verbindung mit dem Anbau des *Phleum pratense* im grossen, während die *Pucc. graminis* der übrigen *Phleum*-Arten noch nicht Gelegenheit gehabt habe, sich zu einem Pilze mit spezifischen Eigenschaften herauszubilden.

Ich muss gestehen, dass mir namentlich der letzte Teil dieser Theorie nicht recht einleuchtet. Warum soll gerade der Pilz auf *Phleum* das Infektionsvermögen gegen *Berberis* verloren haben, während die Pilze auf den Getreidearten trotz des noch massenhafteren Anbaues der letzteren diese Fähigkeit bewahrt haben? Auch kann das Wesen des Pilzes keineswegs als genügend geklärt angesehen werden, bevor die Frage beantwortet ist, ob die Sporidien statt der Berberitze einen andern Aecidienwirt oder die Graspflanze selbst infizieren, oder ob sie im Begriffe stehen, ihre Funktion überhaupt zu verlieren. Für die letzte Möglichkeit gibt das Verhalten des Pilzes einstweilen wohl nicht genügende Anhaltspunkte. Es soll nicht bestritten werden, dass der Pilz vielleicht sich vielerwärts ausschliesslich durch die Uredosporen erhält und dass die Teleutosporen nicht in Function treten, weil an den betreffenden Lokalitäten der Aecidienwirt nicht vorkommt. Damit ist aber die Frage nach dem Vorhandensein des Wirtswechsels nicht aus der Luft geschafft, und es erscheint also verfrüht, den Pilz als „homöcisch" zu bezeichnen.

Puccinia dispersa Erikss.

Nach der Entdeckung des Zusammenhangs der *Puccinia graminis* mit dem Aecidium der Berberitze wandte de Bary (Monatsb. Akad. 1866. 208) seine Aufmerksamkeit auch den übrigen Getreiderosten zu und schloss aus dem häufigen Vorkommen der Aecidien auf *Anchusa*-Arten an und auf Äckern auf eine Beziehung zu dem früher als *Pucc. striaeformis* Westend., *P. straminis* Fuck. oder *P. Rubigo vera* (DC.) Wint. bezeichneten Roste. Die Vermutung wurde durch Versuche bewiesen. Durch Aussaat der Sporidien (Nährpflanze nicht angegeben) entstanden auf abgeschnittenen Blättern von *Anchusa officinalis* L. Spermogonien und auf Keimpflanzen von *Anchusa arvensis* Marsch. v. Bieb. auch Aecidien von *Aecidium Asperifolii* Pers., durch Aussaat der Aecidiosporen von *Anchusa arvensis* und *officinalis* wurden Uredo- und Teleutosporen auf *Secale cereale* L. erhalten. Auf *Berberis, Rhamnus, Frangula, Ranunculus* und *Taraxacum* waren die Sporidien ohne Erfolg.

de Bary brachte die Teleutosporen nach der Überwinterung zum Keimen (S. 208), er sagt aber nicht, in welcher Weise dieselben überwintert wurden; die Aussaatversuche mit denselben fanden anscheinend im Frühsommer statt, denn de Bary spricht von jugendlichen Blättern von *Berberis, Rhamnus* usw. Vgl. das Folgende.

Eine bestätigende Mitteilung macht Nielsen (Bot. Tidsskr. 3. R. 2. 37). Aecidiosporen von *Anchusa officinalis* brachten auf *Secale cereale* und auf *Triticum vulgare* Vill. Rost hervor, auf ersterem leichter. Die Exaktheit des Versuches mit dem Weizen muss aber angezweifelt werden, da der Pilz nach Eriksson (siehe das folgende) nicht auf Weizen übergeht. Ebenso kann die Angabe Plowright's (Brit. Ured. 168), wonach ein Bündel rostiges Weizenstroh, im Freien in die Nähe von *Anchusa*-Pflanzen gebracht, Aecidien auf diesen hervorrief, nicht als Bestätigung gelten. Aus dem Auftreten der Aecidien im Herbst schliesst Plowright aber richtig, dass die Teleutosporen noch in demselben Herbste keimen können, in welchem sie gebildet sind.

Eriksson nahm das Studium der *Pucc. „Rubigo vera“* wieder auf. Er zeigte zunächst (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 4. 1894. 197 und 257) die Verschiedenheit von „Gelbrost“ (*P. glumarum* (Schmidt) Erikss. et Henn.) und „Braunrost“ (*P. dispersa* Erikss. et Henn.) und unterschied dann (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 316) innerhalb der *P. dispersa* mehrere spezialisierte Formen (f. sp. *Secalis, Tritici, Bromi, Agropyri*). Nach den letzten Untersuchungen Eriksson's (Ann. nat. 8. s. 9. 1899. 241) ist aber der Braunrost des Roggens, *Pucc. dispersa* Erikss. (non

Erikss. et Henn.) eine selbständige, von den übrigen Braunrosten verschiedene Art, die ihre Uredo- und Teleutosporen nur auf *Secale cereale* L. und *S. montanum* Guss., nicht auf *Triticum* usw., ihre Aecidien nur auf *Anchusa arvensis* und *Anchusa officinalis* bildet, und zwar ist sie, wie es nach den bisherigen Untersuchungen scheint, die einzige Getreiderostart, deren Aecidien auf *Anchusa* leben. Die Selbständigkeit wird durch folgende Versuchsergebnisse bewiesen:

1. Die Teleutosporen sind gleich nach ihrer Bildung keimfähig und verlieren nach Eriksson die Keimkraft beim Überwintern im Freien, während sie dieselbe beim Aufbewahren im Hause bis zum Frühjahr behalten (l. c. 258 und 269).

2. Aussaat der Teleutosporen von *Secale cereale* brachte immer nur auf *Anchusa officinalis* und *A. arvensis* Aecidien, einmal auch auf *Nonnea rosea* F. M. ein paar Spermogonien, keinen Erfolg auf *Myosotis alpestris, Symphytum asperrimum, Pulmonaria officinalis.* Aussaat der Teleutosporen von *Triticum vulgare, Bromus mollis, Br. macrostachys* brachte auf *Anchusa* usw. keinen Erfolg (l. c. 254).

3. Aussaat der Aecidiosporen von *Anchusa officinalis* und *A. arvensis* brachte stets Erfolg auf *Secale cereale* und war ohne Wirkung auf *Triticum vulgare, Bromus arvensis, Hordeum vulgare, Avena sativa, Agropyrum repens, Holcus lanatus* (l. c. 257), bei Versuchen von Nielsen (l. c.) auch auf *Poa*-Arten.

4. Aussaat der Uredosporen von *Secale cereale* war nur auf *Secale cereale* von Erfolg, stets ohne Erfolg auf *Triticum vulgare, Bromus mollis, Br. arvensis, Agropyrum repens, Holcus lanatus, Trisetum flavescens* (l.c. 247). Bei der Aussaat der Uredosporen der Braunroste anderer Gramineen entstanden auf *Secale cereale* allerdings mitunter spärliche Infektionen (näheres bei den anderen Rosten).

Von mir angestellte Versuche bestätigen die Selbständigkeit der *P. dispersa* auf *Secale cereale.* Aussaat des Roggenpilzes auf *Anchusa* brachte reichlichen Erfolg (Klebahn, Kulturv. VI. 36), Aussaat des Weizenbraunrosts blieb ohne Erfolg (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 10. 1900. 85), Aecidiosporen von *Anchusa arvensis* brachten reichliche Uredoinfektion auf *Secale cereale* und blieben ohne Wirkung auf *Triticum vulgare* und *Hordeum vulgare* (l. c.).

Nährpflanzen des Pilzes sind demnach nur *Anchusa arvensis* Marsch. v. Bieb., *A. officinalis* L., sowie *Secale cereale* L. und *S. montanum* Guss. Die Aecidien auf *Nonnea* und *Echium,* die de Bary (1866. 210) vermutungsweise hierher zieht, gehören wahrscheinlich nicht zu *P. dispersa.*

Über das Verhalten des Pilzes im Freien ist noch das Folgende zu bemerken. Die Aecidien sollen zwar nach de Bary (S. 213) zu allen Jahreszeiten vom Frühling bis zum Spätherbst, mitunter sogar im Januar auftreten. In der Regel aber findet man sie im August und September. Von ihnen kann die junge Saat des Wintergetreides infiziert werden, was nach meinen Erfahrungen bei künstlichen Versuchen sehr leicht eintritt. Dennoch scheint das Vorkommen des Rosts auf den Herbstsaaten keineswegs besonders häufig zu sein. Eriksson (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 269) hat in Schonen (Scanie), wo das Aecidium verbreitet ist, nur einen Fall beobachtet, wo der Rost in bemerkenswertem Grade auf der Herbstsaat auftrat. Der einzige mir selbst bekannt gewordene Fall ist der im allgemeinen Teil Kap. VII bereits erwähnte bei Marienwerder. In der Umgegend von Hamburg und Bremen habe ich den Rost im Herbst nie gesehen, obgleich er im Sommer überall in Menge vorhanden ist.

Was die Überwinterung betrifft, so ist die Angabe de Bary's leider dadurch entwertet, dass es nicht ersichtlich ist, auf welche der jetzt unterschiedenen Formen der alten Species *Rubigo vera* sich die Beobachtungen beziehen. Für die südlichen Vereinigten Staaten hat indessen Carleton die Überwinterung nachgewiesen (siehe Allg. Teil, Kap. VII). Für unsere Gegenden kann dieselbe aber nach dem Voraufgehenden keine grosse Rolle spielen.

Es ist daher nicht genügend aufgeklärt, auf welche Weise die sommerliche Infektion des Roggens in unseren Gegenden, die sich regelmässig von Mitte Juni an, auf Sommerkorn nach Eriksson (l. c. 269) etwas später, zeigt, zu Stande kommt. Mit dem Aecidium kann dieselbe nicht in Zusammenhang stehen, und es bleibt daher nichts übrig als anzunehmen, dass die Windverbreitung der Uredosporen aus Gebieten, wo der Rost vielleicht überwintert und sich früher zeigt, dabei die wesentlichste Rolle spielt (vgl. Kap. VII). Ob diese Ansicht richtig ist, werden weitere Untersuchungen zu zeigen haben.

Die Meinung Eriksson's (l. c.), dass auch das Aecidium unabhängig vom Roggenrost auftreten könne, halte ich dagegen für unbedingt falsch (Kap. V).

Puccinia Symphyti-Bromorum F. Müll.

Der auf *Bromus*-Arten lebende „Braunrost", bisher zu *Puccinia Rubigo vera* gestellt, wurde von Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 316) zunächst als *Pucc. dispersa* E. et H. forma specialis *Bromi* bezeichnet, später jedoch (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 1899. 271) als besondere Art, *Pucc. bromina* Erikss., angesehen. Die unterscheidenden Verhältnisse sind:

1. Die Teleutosporen keimen nach der Überwinterung (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 259).

2. Sporidien von *Bromus mollis* L. und *macrostachys* Desf. waren ohne Erfolg auf *Anchusa officinalis* und *arvensis,* Aecidien von *Anchusa arvensis* ohne Wirkung auf *Bromus arvensis* L. (l. c. 254 u. 257).

3. Uredosporen von *Bromus mollis* L. und *secalinus* L. waren ohne Erfolg auf *Triticum vulgare, Agropyrum repens, Holcus lanatus, Trisetum flavescens,* meist auch ohne Erfolg oder von sehr schwachem *(B. mollis)* auf *Secale cereale;* die von *Bromus macrostachys* Desf., *arvensis* L. und *brizaeformis* Fisch. et Mey. waren ohne Erfolg auf *Secale cereale* und *Triticum vulgare.*

Erfolgreiche Übertragungen der Uredosporen wurden ausgeführt von *Br. mollis* L. auf *Br. arvensis* L., von *Br. secalinus* L. und *macrostachys* Desf. auf *Br. mollis* L.

Die Heteröcie einer der hierher gehörigen Formen wurde von F. Müller (Beitr. Bot. Centralbl. 10. 1901. 181; vorl. Mitt. Bot. Centralbl. 83. 1900. 76) nachgewiesen. Müller beobachtete Aecidien auf *Symphytum officinale* L. und *Pulmonaria montana* Lej. neben einer *Puccinia* vom *Dispersa*-Typus auf *Bromus erectus* Huds. und erhielt mittels überwinterter (S. 184) Teleutosporen reichliche Aecidien auf *Symphytum officinale,* weniger reichliche auf *Pulmonaria montana,* schwache Spermogonienbildung auf *Anchusa officinalis* und *Nonnea rosea* F. M., sicher negativen Erfolg auf *Symphytum asperrimum* und *Pulmonaria officinalis,* ferner negativen Erfolg auf *Anchusa arvensis, Cerinthe alpina, Cynoglossum officinale, Echium vulgare* und *rubrum, Myosotis arvensis* und *silvatica, Omphalodes verna.*

Die Aecidiosporen von *Pulmonaria* infizierten stark *Bromus arvensis* L., *brachystachys* Horn., *erectus* Huds., *mollis* L., *secalinus* L., schwach *Arrhenatherum elatius* M. K. (richtig bestimmt?), ebenso die von *Symphytum,* mit denen auch auf *Br. inermis* Leyss. reichlicher Erfolg erhalten wurde. Immun blieben *Bromus brizaeformis* (richtig bestimmt?), *Avena sativa, Alopecurus pratensis, Festuca elatior, Holcus lanatus, Secale cereale, Triticum vulgare, Trisetum flavescens.*

Uredosporen von *Bromus erectus* Huds. infizierten *Br. arvensis* L., *brachystachys* Hornung, *erectus* Huds., *macrostachys* Desf., *mollis* L.; nicht *Arrhenatherum* und *Secale.*

Uredosporen von *Br. arvensis* L. infizierten *Br. arvensis* L., *brachystachys* Horn., *inermis* Leyss., *mollis* L.; nicht *Arrhenatherum* und *Secale.*

Uredosporen von *Br. mollis* L. infizierten *Br. brachystachys* Horn., *macrostachys* Desf. und *mollis* L.; nicht *Triticum* und *Secale*.

Neuerdings hat sich H. Marshall Ward (Proc. Roy. Soc. 69. 1902. 451; Ann. of Bot. 16. 1902. 233ff.; Ann. mycol. 1. 1903. 146) besonders eingehend und sorgfältig mit den *Bromus*-Rosten beschäftigt. Untersuchungen von Freeman (Ann. of Bot. 16. 1902. 487), von Marshall Ward angeregt, schliessen sich an. Hiernach sind verschiedene Rassen des Pilzes zu unterscheiden, die sich im wesentlichen auf die Arten bestimmter Sektionen der Gattung beschränken; doch gibt es auch Arten, die einen Übergang vermitteln (bridgeing species, s. u.). Aus der Zusammenstellung, die Marshall Ward (Ann. mycol. 1903. 146) von seinen eigenen Resultaten und denen Freeman's gibt, ist das folgende entnommen. Die Brüche geben das Verhältnis der positiven Ausschläge zu der Zahl der angestellten Versuche an. Die von Freeman allein gewonnenen Resultate sind mit (F) bezeichnet. Marshall Ward hat zugleich die *Bromus*-Arten einer genauen Untersuchung unterzogen. Den sicher festgestellten Namen sind im folgenden die Autorennamen beigefügt.

1. ***Stenobromus***-Gruppe.

Uredosporen von *Br. sterilis* L. infizierten aus der *Festucoides*-Gruppe keine Pflanze; aus der *Stenobromus*-Gruppe *Br. sterilis* $^{126}/_{146}$, *madritensis* L. $^{43}/_{68}$, dessen Varietäten „*rubens*“ $^{5}/_{7}$ und „*purpurascens*“ $^{7}/_{6}$, *maximus* Desf. $^{2}/_{82}$, dessen var. „*Gussonii*“ $^{37}/_{60}$ (F); aus der *Libertia*-Gruppe *Br. arduennensis* Dum. var. „*villosus*“ $^{5}/_{9}$; aus der *Serrafalcus*-Gruppe *Br. mollis* L. $^{1}/_{137}$ (F), „*molliformis*“ $^{1}/_{25}$ (F), „*pendulinus*“ $^{17}/_{65}$ (auch F), „*Krausei*“ $^{14}/_{59}$ (F), *macrostachys* Desf. var. „*vestitus*“ $^{1}/_{4}$ (F); aus der *Ceratochloa*-Gruppe keine Pflanze. *Br. tectorum* L. und „*sterilis ciliaris*“ *(Stenobromus)* wurden nicht infiziert.

Uredosporen von „*Br. diandrus*“ (ohne Autor. *Br. d.* Curt. = *madritensis*, *Br. d.* Roth = *pilosus* F. G. Dietr.) infizierten *Br. sterilis* $^{2}/_{2}$ und *Br. secalinus* $^{1}/_{8}$.

Uredosporen von „*Br. crinitus*“ (ohne Autor, Boiss. et Hohen.?) infizierten *Br. sterilis* $^{20}/_{22}$, *madritensis* $^{8}/_{8}$, „*rubens*“ $^{6}/_{9}$, „*purpurascens*“ $^{5}/_{5}$, „*Gussonii*“ $^{10}/_{20}$; *mollis* $^{6}/_{13}$, „*pendulinus*“ $^{30}/_{29}$; aus der *Ceratochloa*-Gruppe *Br. carinatus* Hook. et Arn. $^{1}/_{10}$ und dessen Varietät „*breviaristatus*“ $^{1}/_{8}$.

2. ***Libertia***-Gruppe.

Uredosporen von *Br. arduennensis* Dum. infizierten *Br. asper* Murr. $^{1}/_{6}$ (*Festucoides*-Gruppe); *arduennensis* $^{8}/_{7}$, var. „*villosus*“ $^{10}/_{10}$ (*Libertia*-Gruppe); *secalinus* L. $^{8}/_{8}$, *mollis* L. $^{1}/_{8}$ (*Serrafalcus*-Gruppe). *Br. sterilis* und *maximus* wurden nicht infiziert.

3. ***Serrafalcus*-Gruppe.**

Uredosporen von *Br. mollis* L. infizierten aus der *Festucoides*-Gruppe *Br. asper* Murr. $^{3}/_{41}$, *erectus* Huds. $^{1}/_{74}$; aus der *Stenobromus*-Gruppe *Br. sterilis* L. $^{4}/_{148}$, *maximus* Desf. $^{1}/_{74}$, dessen var. „*Gussonii*“ $^{6}/_{53}$ (F); aus der *Libertia*-Gruppe *Br. arduennensis* Dum. $^{13}/_{14}$, var. „*villosus*“ $^{1}/_{1}$; aus der *Serrafalcus*-Gruppe *Br. secalinus* L. $^{31}/_{61}$, var. „*velutinus*“ $^{40}/_{68}$, „*grossus*“ $^{15}/_{30}$ (F), „*multiflorus*“ $^{3}/_{6}$ (F), *arvensis* L. $^{33}/_{97}$, *brachystachys* Hornung $^{7}/_{7}$, *racemosus* L. $^{19}/_{61}$, *commutatus* Schrad. $^{23}/_{65}$, *mollis* L. $^{119}/_{154}$, var. „*hordaceus*“ $^{4}/_{4}$, var. „*interruptus*“ $^{25}/_{55}$, „*molliformis*“ $^{2}/_{6}$ (F), *patulus* M. et K. $^{4}/_{14}$ (F), „*adoensis*“ $^{9}/_{10}$ (F), „*pendulinus*“ $^{30}/_{50}$ (F), „*Krausei*“ $^{21}/_{27}$ (F), *squarrosus* L. $^{11}/_{13}$ (F), var. „*villosus*“ $^{9}/_{12}$ (F), *brizaeformis* Fisch. et Mey. $^{14}/_{25}$, *macrostachys* Desf. $^{5}/_{19}$, var. „*vestitus*“ $^{3}/_{4}$ (F). Vertreter der *Ceratochloa*-Gruppe und andere Vertreter der Gruppe *Festucoides* und *Stenobromus* wurden nicht infiziert.

Uredosporen von *Br. arvensis* infizierten *Br. asper* $^{6}/_{11}$; „*rubens*“ $^{7}/_{6}$, „*purpurascens*“ $^{7}/_{8}$, *maximus* var. „*rigidus*“ $^{8}/_{16}$; *secalinus* $^{14}/_{14}$, *velutinus* $^{6}/_{13}$, *arvensis* $^{12}/_{13}$, *brachystachys* $^{13}/_{14}$, *mollis* $^{8}/_{15}$, var. „*hordaceus*“ $^{5}/_{14}$, „*interruptus*“ $^{1}/_{15}$, *patulus* $^{17}/_{17}$, „*pendulinus*“ $^{8}/_{6}$, *squarrosus* $^{11}/_{12}$, *brizaeformis* $^{7}/_{17}$, *macrostachys* $^{14}/_{15}$; keinen Vertreter der *Ceratochloa*-Gruppe.

Uredosporen von *Br. secalinus* infizierten *Br. madritensis* $^{1}/_{13}$; *secalinus* $^{16}/_{16}$, „*velutinus*“ $^{4}/_{16}$, *arvensis* $^{6}/_{8}$, *racemosus* $^{1}/_{12}$, *mollis* $^{3}/_{8}$, „*interruptus*“ $^{1}/_{9}$, *brizaeformis* $^{3}/_{5}$, *macrostachys* $^{5}/_{5}$.

Uredosporen von *Br. intermedius* Guss. infizierten *Br. asper* $^{1}/_{4}$; *secalinus* $^{5}/_{6}$, *arvensis* $^{5}/_{6}$, *racemosus* $^{2}/_{6}$.

Uredosporen von *Br. japonicus* (ohne Autor, Thunb.?) infizierten *Br. secalinus* $^{7}/_{7}$, *racemosus* $^{7}/_{7}$, *mollis* $^{6}/_{7}$.

Uredosporen von *Br. patulus* M. et K. infizierten *Br. arduennensis* $^{13}/_{13}$, var. „*villosus*“ $^{8}/_{7}$, *secalinus* $^{6}/_{6}$.

Uredosporen von *Br. brizaeformis* infizierten keine Pflanze aus der *Festucoides*-Gruppe; *B. madritensis* $^{11}/_{13}$, „*rubens*“ $^{16}/_{14}$, „*purpurascens*“ $^{15}/_{15}$, „*Gussonii*“ $^{10}/_{26}$ *(Stenobromus)*; *secalinus* $^{14}/_{15}$, „*velutinus*“ $^{9}/_{13}$, *arvensis* $^{10}/_{9}$, *brachystachys* $^{14}/_{14}$, *racemosus* $^{1}/_{4}$, *commutatus* $^{1}/_{15}$, *mollis* $^{21}/_{26}$, „*hordaceus*“ $^{16}/_{16}$, „*interruptus*“ $^{3}/_{16}$, *patulus* $^{10}/_{12}$, „*pendulinus*“ $^{43}/_{40}$, *squarrosus* $^{14}/_{14}$, *brizaeformis* $^{7}/_{15}$, *macrostachys* $^{16}/_{17}$ *(Serrafalcus)*; *carinatus* Hook. et Arn. $^{1}/_{31}$ *(Ceratochloa)*.

Die Zusammenstellung zeigt, dass einige Arten der *Stenobromus*-Gruppe auch von dem Rost der *Serrafalcus*-Gruppe, einige Arten der *Serrafalcus*-Gruppe auch von dem Rost der *Stenobromus*-Gruppe befallen wurden usw. Wie weit diese Ergebnisse in einigen Fällen auf Störungen

der Versuche beruhen mögen, ist noch nicht zu übersehen. Auf *Br. Krausei* und *pendulinus,* die der *Serrafalcus*-Gruppe angehören, war indessen der Erfolg mittels der Sporen von *B. sterilis* so reichlich, dass es sich hier nach Marshall Ward (Ann. Mycol. 1. 1903. 144) nicht um eine Störung der Versuche handeln kann. Hier läge vielmehr ein Fall von „bridgeing species“ vor, und der genannte Autor hält es für möglich, dass durch Vermittelung dieser „bridgeing species“ der Rost einer Gruppe sich allmählich in einen solchen verwandeln kann, der die Arten der anderen Gruppe befällt (vgl. Kap. XIV c u. XV, S. 165).

Auffällig erscheint es, dass Marshall Ward den *Bromus*-Pilz als *P. dispersa* bezeichnet, obgleich dieser nach Eriksson eine selbständige Art ist, und obgleich M. Ward die Untersuchungen Müller's nicht unbekannt geblieben sind.

Das Verhältnis des Pilzes von Müller zu denen von Marshall Ward und Freeman ist nicht untersucht worden und augenblicklich auch nicht genügend klar zu erkennen. Zwar scheint Müller's Pilz dem der *Serrafalcus*-Gruppe zu entsprechen, indessen ist das Infektionsvermögen gegen *Br. erectus* und *inermis* auffällig und das Verhalten gegen die *Stenobromus*-Gruppe ist nicht geprüft worden. Die folgende gekürzte Übersicht stellt diese Verhältnisse dar.

Bromus	Müller				M. Ward		Freeman		
	Aecidiosp.	*U. v. erectus*	*U. v. arvensis*	*U. v. mollis*	*U. v. mollis*	*U. v. sterilis*	*U. v. mollis*	*U. v. sterilis*	
erectus	+	+	.	.	—	—	—	—	*Festucoides*
inermis	+	.	+	.	—	—	—	—	„
sterilis	.	.	.	.	(—)	+	—	+	*Stenobromus*
secalinus	+	.	.	.	+	—	.	.	*Serrafalcus*
arvensis	+	+	+	+	+	—	—	—	„
mollis	+	+	+	+	+	—	+	—	„

Übrigens muss auf Grund des Wirtswechsels *P. Symphyti-Bromorum* einstweilen als die *P. dispersa* am nächsten stehende Art unter den Braunrosten betrachtet werden.

Überwinterung der *Bromus*-Roste im Uredozustande scheint nach den Beobachtungen von Marshall Ward (Ann. Mycol. 1. 1903. 132) möglich zu sein; der genannte Autor hat selbst im Februar und März, wo sie am seltensten sind, Uredosporen auf *Bromus*-Arten *(mollis, sterilis)* gefunden und ihre Keimfähigkeit nachgewiesen.

Eriksson (l. c. 272) scheint auch bei den *Bromus*-Rosten eine Abhängigkeit des Auftretens auf Keimpflanzen von der Aussaat annehmen zu wollen. Er bemerkte die Uredolager mehrere Male 6—10 Wochen nach der Aussaat. Aus diesen Beobachtungen Schlüsse im Sinne der Eriksson'schen Theorie zu ziehen, halte ich für unzulässig, einmal weil das Zeitintervall (6—10 Wochen) zu unbestimmt ist, dann auch weil die angeführten Versuche in verschiedenen Jahren und unter verschiedenen Bedingungen gemacht wurden.

Interessant als gegen die Lehre vom inneren Krankheitsstoffe sprechend ist die Beobachtung Eriksson's, dass *Bromus secalinus* und *brizaeformis,* im August rostig eingepflanzt und den ganzen Herbst rostig, im folgenden Jahre gesund blieben, *B. secalinus* wenigstens bis zum Oktober, wo — offenbar durch Neuinfektion — neue Lager auftraten. Dennoch sucht Eriksson (l. c. 281) das Gesamtverhalten des Pilzes im Sinne seiner Theorie zu verwenden.

In seiner zuletzt erschienenen Arbeit hat Marshall Ward (Proc. Roy. Soc. 71. 1903. 353; Trans. Roy. Soc. 196. 1903. 29) mikroskopische Untersuchungen über die Entwickelung des Mycels der *Bromus*-Roste angestellt, auf Grund deren er sich gegen Eriksson's Mycoplasmatheorie wendet (vgl. Kap. VIII). Die Erwiderung Erikssons (Arkiv för Bot. 1. 1903. 139) hebt hervor, dass Marshall Ward's Untersuchungen an durch Infektion entstandenen Uredolagern ausgeführt sei, nicht an solchen, die direkt aus dem „inneren Keime" hervorgegangen seien, bringt aber keine neuen Gedanken.

Die geringere Empfänglichkeit gewisser *Bromus*-Arten, nämlich *Br. angustifolius, Biebersteinii, ciliatus, erectus, inermis, madritensis, maximus, sterilis, virens,* die Eriksson (l. c. 273) pilzfrei neben stark infizierten Pflanzen (welche Art?) fand, dürfte durch die von Marshall Ward nachgewiesene Spezialisierung teilweise ihre Erklärung finden.

Einen Teil seiner Versuche hat Marshall Ward (Proc. Roy. Soc. 69. 1902. 451) als „Reinkulturen" auf lebendem Substrat durchzuführen versucht. *Bromus*-Samen wurden mit antiseptischen Mitteln oder durch Erhitzen auf 60—70° C sterilisiert und dann in sterilisierten Gastrockenflaschen („drying towers") auf feuchter Watte, unter der sich Wasser oder Nährsalzlösung befand, zur Entwickelung gebracht. Die Flaschen waren teils mit Wattestopfen verschlossen, teils zum Durchleiten von Luft eingerichtet. Nachdem (wahrscheinlich mit einem ausgeglühten Platindrahte) keimfähige Sporen auf die Blätter gebracht worden waren, wurden die Flaschen wieder geschlossen. Marshall Ward will auf diese Weise eine gute Entwickelung, sowohl der Pflanzen wie des Pilzes erhalten haben.

Die Vorzüge, die dieses Verfahren ohne Frage bietet, werden aber dadurch sehr beschränkt, dass man es nur bei Pflanzen anwenden kann, die eine gewisse geringe Grösse nicht überschreiten.

Die Versuche boten auch Gelegenheit, den Einfluss der Nährstoffe, die der Wirtspflanze zu Gebote stehen, auf die Entwickelung des Parasiten kennen zu lernen. Bei weiteren Studien nach dieser Richtung hat Marshall Ward übrigens Kulturen in Bechergläsern mit Sand, der mit den Nährlösungen getränkt war, verwendet (Proc. Roy. Soc. 71. 1902. 138). Es ergab sich, dass sich auf schlecht genährten Pflanzen zwar ein geringeres Quantum Sporen entwickelt, dass sie aber keineswegs immun werden; auch waren die erhaltenen Sporen keimfähig und vermochten sowohl normale wie schlecht ernährte Pflanzen zu infizieren. Disposition und Immunität haben demnach mit der Ernährung nichts zu tun, sondern beruhen vermutlich auf der An- oder Abwesenheit bestimmter Enzyme oder Toxine in der Nährpflanze.

Nach den Ergebnissen über die Heteröcie der beiden voraufgehenden Arten dürfen die Aecidien der anderen Borraginaceen (siehe z. B. Winter, Pilze 1. 218) nicht mehr ohne weiteres mit *Puccinia Rubigo vera* in Verbindung gebracht werden.

Puccinia triticina Erikss.

Die älteren Beobachter vereinigten den „Braunrost des Weizens" mit morphologisch gleichen und ähnlichen Getreide- und Grasrosten in der Sammelspecies *Pucc. Rubigo vera* (DC.) Wint. = *P. straminis* Fuck. = *P. striaeformis* West. Eriksson und Henning (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 4. 1894. 257) schieden daraus *Pucc. dispersa* Erikss. et Henn. („Braunrost") als besondere Art ab, innerhalb welcher darauf Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 316) den Weizenbraunrost als forma specialis *Tritici* unterschied. Neuerdings sieht Eriksson (Ann. s. nat. 8. s. 9. 1899. 270) den Weizenbraunrost als besondere Art *(P. triticina)* an, und zwar auf Grund folgender Verhältnisse:

1. Die Teleutosporen keimen erst nach der Überwinterung (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 258).

2. Die Sporidien bringen auf *Anchusa arvensis* und *officinalis* keine Wirkung hervor, die Aecidien von *Anchusa* infizieren den Weizen nicht (l. c. 254 u. 257).

3. Die Uredosporen des Weizenbraunrosts, die den Weizen leicht infizieren, sind ohne Wirkung auf *Bromus mollis, arvensis, brizaeformis, Agropyrum repens, Holcus lanatus, Trisetum flavescens* und meistens ohne Wirkung auf *Secale cereale* (l. c. 247).

Meine eigenen Versuche bestätigen, dass *Aecidium Anchusae* den Weizen nicht infiziert; ebenso konnte ich mittelst überwinterter *Pucc. triticina* auf *Anchusa arvensis* und *officinalis* keine Wirkung hervorbringen (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkr. 10. 1900. 85).

Die bisherigen Bemühungen, das Aecidium zu finden, sind ohne Erfolg geblieben. Eriksson (l. c. 254) machte vergebliche Aussaaten auf *Anchusa arvensis, officinalis, Nonnea rosea, Myosotis arvensis, alpestris, Symphytum asperrimum, Pulmonaria officinalis.* Ich habe in den Sommern 1900 und 1901 mit überwinterten Teleutosporen auf folgenden Pflanzen vergebliche Aussaatversuche gemacht: *Triticum vulgare, Ranunculus acer, asiaticus, auricomus, bulbosus, Ficaria, flammula, lanuginosus, repens, Anemone ranunculoides, Aconitum Lycoctonum, A. Napellus, Berberis vulgaris, Nasturtium sp., Barbaraea vulgaris, Melandryum album, Coronaria flos cuculi, Agrostemma Githago, Rhamnus cathartica, Lythrum Salicaria, Ribes Grossularia, Aegopodium Podagraria, Pastinaca sativa, Valeriana dioica, Knautia arvensis, Tussilago Farfara, Taraxacum officinale, Centaurea Cyanus, Achillea Ptarmica, Campanula rotundifolia, Ligustrum vulgare, Phillyrea sp., Anchusa arvensis, officinalis, Echium vulgare, Lithospermum purpureo-coeruleum, Myosotis sp., Symphytum officinale, Glechoma hederacea, Prunella vulgaris, Rumex acetosa, Urtica dioica.*

Es ist natürlich verfrüht, hieraus zu schliessen, dass das Aecidium überhaupt fehlt, wie Eriksson zu tun geneigt scheint (l. c. 266). Der Misserfolg der Sporidienaussaat auf *Triticum* spricht entschieden für das Vorhandensein von Heteröcie. Aber es ist möglich, dass das Aecidium bei uns nicht vorkommt, und dass der Pilz auch ohne dasselbe seine Existenzbedingungen findet. In der eigentlichen Heimat des Pilzes, die allerdings ebensoschwer festzustellen sein wird wie die Heimat des Weizens selbst, dürfte das Aecidium ohne Zweifel vorkommen.

Puccinia triticina tritt nach Eriksson (l. c. 270) im Herbst 1—2 Monate nach der Aussaat des Wintergetreides auf. Im Sommer zeigen sich die ersten Lager im Juli, mitunter schon Mitte Juni, auf Sommergetreide nach Eriksson gewöhnlich etwas später, 1—2 Wochen, selbst wenn die beiden Getreidearten neben einander kultiviert werden. Die Teleutosporen erscheinen im Sommer 1—2 Wochen nach den Uredosporen (Eriksson l. c. 270). Einen Zusammenhang zwischen der Wintergeneration und der Sommergeneration des Pilzes konnte Eriksson nicht nachweisen.

Dagegen ist nach Carleton (Div. of veg. Phys. a. Path. Bull. 16. 1899. 21) die Überwinterung „so well established for this country (die

Vereinigten Staaten), that there is little further to add". In Breiten unter 40° führt der Pilz eine andauernde Uredoexistenz auf dem Weizen, ohne ein anderes Stadium. Besonders der zufällig ausgesäte Weizen (volunteer wheat) ist dabei von Bedeutung. Vermutlich ist in den wärmeren Teilen der alten Welt ähnliches der Fall. Auch in Australien soll „*P. Rubigo vera*" das ganze Jahr im Uredozustande fortleben [nach Cobb (3. Rust in Wheat Conf. Austr. 1892. 29) und Lowrie (2. Rust in Wheat Conf. Austr. 1891. 51.), siehe Carleton 22].

Wie oben schon erwähnt, liess sich *Pucc. triticina* bei Eriksson's Versuchen mittelst der Uredosporen zwar in der Regel nur auf *Triticum vulgare* übertragen, doch trat in einigen Fällen auch auf *Secale cereale* ein schwacher Erfolg ein.[1]) Eriksson erklärt daraufhin *P. triticina* für eine „weniger scharf fixierte" Art, als z. B. *Pucc. dispersa* ist. Mit genügender Schärfe ist übrigens der Nachweis, dass *P. triticina* auf *Secale* übergehen kann, kaum erbracht. Eriksson gibt zwar an, dass seiner Meinung nach das Infektionsmaterial nicht verunreinigt gewesen sein könne. Dies mag sein; es ist aber nicht möglich, bei künstlichen Infektionsversuchen das Zufliegen von Sporen durch die Luft völlig auszuschliessen, und die Sporen eines so gemeinen Pilzes wie *Pucc. dispersa* dürften besonders leicht die Versuche stören, wie meine eigenen Versuche zur Genüge gezeigt haben. Freilich ist der Beweis, dass die auf *Secale* entstehenden Pilzlager von *P. triticina* herrühren, nicht leicht zu führen; man müsste zeigen, dass die auf *Secale* entstandenen Teleutosporen erst nach Überwinterung keimen und *Anchusa* nicht infizieren.

Puccinia triticina gehört zu denjenigen Rostpilzen, die durch ihr gelegentliches massenhaftes Auftreten für die Landwirtschaft eine grössere Bedeutung gewinnen. Plowright (Gard. Chron. 18. 1882. 296) berichtet über einen solchen Fall: „To such an extent did this occur (last spring), that my friend Mr. W. Marshall, of Ely, heard of instances of persons walking through wheat, who had their boots and trowsers covered with the red rust."

Gegenwärtig können als alleinige Ursache nur die aus der Luft zufliegenden Uredosporen, sowie zur Entwickelung derselben geeignete klimatische Verhältnisse angesehen werden; dass die Sporidien den Weizen infizieren ist weder erwiesen noch wahrscheinlich (vgl. Kap. VII). Es ist möglich, dass einige Weizensorten gegenüber dem Pilze eine höhere Empfänglichkeit zeigen als andere (Eriksson l. c. 271), wenngleich diese

---

[1]) l. c. 247 gibt Eriksson an, dass unter 201 Impfstellen 13 positiven, 55 zweifelhaften und 133 negativen Erfolg ergaben (6,4% positiv).

Unterschiede bei weitem nicht so auffällig hervortreten wie gegenüber dem Gelbroste. Eriksson (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 3. 1897. 249 [5]) beobachtete 1896 Frankensteiner, Manchester, Grevenhagener und andere vom Gelbrost weniger leidende Sorten stark befallen, dagegen Graf Walderdorff'schen regenerierten, Scoley's squarehead u. a. fast rein.

Puccinia simplex (Körn.) Erikss. et Henn.

Der auf der Gerste auftretende Braunrost, dessen Teleutosporen meist einzellig sind, wurde schon von den älteren Beobachtern als eine abweichende Form erkannt (*P. straminis* var. *simplex* Körnicke 1865, *Uromyces Hordei* Nielsen 1875, *Puccinia anomala* Rostrup 1876), aber trotzdem in der Regel unter *P. Rubigo vera* belassen. Erst seit Eriksson und Henning (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 4. 1894. 259) wird derselbe allgemeiner als selbständige Art angesehen (Zwergrost, Eriksson).

Puccinia simplex scheint für Nord- und Mitteldeutschland der häufigste und vielfach der einzige auf der Gerste vorkommende Rost zu sein.

Die Uredogeneration kann nach Eriksson im Spätherbst (Oktober) auf Wintergerstesaaten auftreten. Im Sommer hat Eriksson sie vom Mai bis August auf Wintergerste, im August auf Sommergerste beobachtet. Ich beobachtete die Uredo meist erst im Juli und sammelte Mitte August reife Teleutosporen. Die Teleutosporen keimen nach der Überwinterung (Eriksson l. c.).

Das zugehörige Aecidium ist noch unbekannt. Ich habe 1900 und 1901 auf *Hordeum vulgare* und auf den Dicotyledonen, die bei den Versuchen mit *Puccinia triticina* (s. diese) genannt sind, vergebliche Aussaatversuche gemacht. Natürlich folgt hieraus nicht, dass *P. simplex* kein Aecidium hat oder desselben völlig entbehren kann. Wohl aber darf man vielleicht schliessen, dass das Aecidium bei uns nicht vorkommt, oder dass es nicht zu den bekanntesten und zu den häufigen gehört. Für das Auftreten des Rosts in unsern Gegenden wird also, da eine Infektion der Gerstenpflanzen durch die Sporidien nicht einzutreten scheint, wie bei den anderen Getreiderosten in erster Linie die Zufuhr von Uredosporen durch den Wind in Betracht kommen.

Wirte der *P. simplex* sind nach eigenen Beobachtungen (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 10. 1900. 77) *Hordeum vulgare* L., *vulgare „cornutum“*, *„coeleste trifurcatum“*, *distichum* L., *distichum „nigricans“*, *hexastichum* L., *zeocriton* L. Nicht befallen war *H. vulgare „nigrum“*. Genannt werden ferner noch *H. „tetracanthum“* (? tetrastichum Stokes = vulgare L.) und *murinum* L.

Puccinia agropyrina Erikss.

Auch dieser Pilz wurde von Eriksson innerhalb der Braunroste erst als forma specialis *Agropyri* angesehen (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 316) und neuerdings als eigene Art betrachtet (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 1899. 273). Der Pilz ist noch wenig genau untersucht. Bei Aussaatversuchen mit Uredosporen wurde nur *Agropyrum repens* Beauv. leicht infiziert, ein sehr schwacher Erfolg trat ein auf *Secale cereale* und *Bromus arvensis*, kein Erfolg auf *Triticum vulgare, Holcus lanatus, Trisetum flavescens*. Uredolager zeigten sich bei Stockholm zuerst Ende August, Teleutosporen 2 bis 3 Wochen später.

Vgl. unten *Puccinia persistens, Actaeae-Agropyri* und *P. Clematidi-Agropyri*.

Puccinia holcina Erikss.

Eriksson (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 1899. 274) scheidet den Braunrost auf *Holcus lanatus* und *mollis* als besondere Art aus der Masse der Braunroste aus. Entscheidend dafür ist, dass die Uredosporen der andern Braunroste sich nicht auf *Holcus* übertragen lassen und der Pilz von *Holcus lanatus* nicht übergeht auf *Secale cereale, Triticum vulgare, Avena sativa, Alopecurus pratensis, Lolium perenne, Festuca elatior, Agrostis stolonifera*.

Eine Beobachtung Eriksson's über das Auftreten des Pilzes auf derselben Pflanze sei kurz erwähnt. Ein Rasen *Holcus lanatus* aus Schonen („Scanie") wurde im September 1895 schwach rostig gepflanzt; 1896 und 97 blieb die Pflanze pilzfrei; 1898, als sie sich erheblich gekräftigt hatte, zeigte sie sich im September stark rostig. Im Jahre 1896 war derselbe Rost in geringen Mengen an anderen Stellen in der Umgebung zu finden, in den anderen Jahren und insbesondere 1898 war keiner vorhanden. Eriksson scheint geneigt zu sein, diese Beobachtungen zur Stütze seiner Theorie von einem inneren Krankheitskeim zu verwenden (l. c. 281).

Puccinia Triseti Erikss.

Der „Braunrost" auf *Trisetum „flavescens"* wird gleichfalls von Eriksson (Ann. sc. nat. 8. s. 9. 1899. 277) auf Grund von Versuchen mit den Uredosporen als besondere Art angesehen. Die Uredosporen sind ohne Wirkung auf *Secale cereale, Triticum vulgare, Bromus brizaeformis, Agropyrum repens, Holcus lanatus;* die Braunroste von *Secale, Triticum* und *Bromus* sind ohne Wirkung auf *Trisetum* (l. c. 248). Der Pilz wurde

im September und Oktober, in einigen Jahren auch schon vom Juli an beobachtet.

Ausser den im voraufgehenden genannten Arten sind noch Braunrostformen, die jetzt der Untersuchung bedürfen, auf zahlreichen anderen Gräsern gefunden worden.

Puccinia glumarum (Schmidt) Erikss. et Henn.

Unter den Rostpilzen, die von den neueren Autoren mit dem Namen *Puccinia Rubigo vera (= P. straminis, P. striaeformis)* zusammengefasst wurden, haben Eriksson und Henning (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 197) den Gelbrost, *Puccinia glumarum*, als eine selbständige, morphologisch und biologisch wohl charakterisierte Species ausgeschieden (cfr. *P. dispersa, triticina* usw.). Der Pilz kennzeichnet sich besonders durch die hellgelbe Farbe der Uredolager (Schwefelcadmium) und durch die langen, oft die ganze Blattspreite durchziehenden Längsreihen, in denen die Uredolager stehen. Näheres bei Eriksson; Abbildungen in Getreideroste Taf. V ff. Mikroskopisch sind die Uredosporen durch ihre farblose Membran von den Braunrosten mit bräunlich gefärbter Membran zu unterscheiden (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 335).

Ein Aecidium ist zu *Puccinia glumarum* bisher nicht bekannt geworden. Die Zahl der Versuche, die mit dem Pilze angestellt worden sind, ist aber auch keineswegs eine grosse. Eriksson hat mit den Teleutosporen, die wie die von *P. dispersa* gleich nach der Reife keimfähig sind, *Anchusa arvensis, officinalis, sempervirens, Nonnea rosea, Echium vulgare, Cynoglossum officinale* und *Pulmonaria officinalis* zu infizieren versucht, aber keinen Erfolg erhalten. Er schliesst, dass *P. glumarum* vielleicht kein Aecidium habe, dass der Pilz „homöcisch" sei, und behandelt diese Ansicht später wie eine bewiesene Tatsache (Arkiv f. Bot. 1. 1903. 143. Fussnote 1). Indessen brachten die Teleutosporen von *Triticum vulgare* auch auf *Triticum vulgare* selbst keinen Erfolg hervor (Eriksson u. Henning, Getreideroste 163), und daher kann ich es keineswegs als bewiesen betrachten, dass der Pilz nicht heteröcisch ist. Es ist aber möglich, dass das Aecidium in unseren Gegenden nicht vorkommt oder selten ist, dass es sich vielleicht nur in der (nicht genauer bekannten) Heimat des Pilzes findet, und wahrscheinlich spielt dasselbe für die Verbreitung des Pilzes keine grosse Rolle.

Die Uredolager treten nach Eriksson und Henning (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 199) mitunter schon im Herbst (Ende September) auf den jungen Saaten auf und werden bis gegen den Dezember hin

weiter gebildet. Der Rost soll dabei in einer gewissen Abhängigkeit von der Saat erscheinen, nämlich 30—38 Tage nach derselben; er müsste sich 1—2 Wochen früher zeigen, meint Eriksson, wenn er die Folge einer Infektion wäre (Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 188). Diese Beobachtungen sind ein Hauptargument für Eriksson's Hypothese, wonach der Keim der Rostkrankheit bereits im Samen enthalten sein soll. Ich habe grosse Bedenken sowohl gegen die Allgemeingültigkeit der Beobachtungen, wie namentlich gegen die daraus gezogenen Folgerungen (Kap. VIII). Ich habe mehrere Jahre hindurch verschiedene Weizensorten und namentlich die beiden besonders gelbrostempfänglichen Sorten Michigan Bronce und Horsford Pearl in Töpfen und im Freien ausgesät, ohne dass auch nur ein einziges Mal im Herbst Gelbrost darauf aufgetreten wäre. Ich kann daher an eine Abhängigkeit des Rostauftretens von der Saat nicht glauben. Dass der Rost 8—14 Tage später erscheint, als er im günstigsten Falle auftreten könnte, ist auch ganz verständlich, denn zum Zustandekommen einer Infektion gehören drei Bedingungen, 1. ein geeignetes Entwickelungsstadium der Pflanze, 2. das Zufliegen von Sporen und 3. geeignete Keimungsbedingungen, und diese drei treffen keineswegs immer zusammen.

Was die Überwinterung im Uredozustande betrifft, so scheint dieselbe nach Eriksson (Getreideroste 153) und auch nach meinen eigenen Beobachtungen (Kap. VII) möglich zu sein. Ob sie in unseren Gegenden für die Erhaltung des Rosts eine grosse Bedeutung hat, bedarf weiterer Untersuchung. Vielleicht findet sie in Gebieten mit milden Wintern regelmässig statt, so dass von solchen Gegenden aus die sommerliche Verbreitung der Rostsporen vor sich geht.

Die Keimung der Uredosporen soll nach Eriksson (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 4. 1894. 201; Getr. 182; Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 187 usw.) launenhaft sein, und Infektionsversuche sollen daher oft fehlschlagen. Auch mir sind im Sommer ausgeführte Infektionsversuche auf ausgewachsenen Pflanzen nicht gelungen (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 87). Ebenso spricht die Art des Auftretens der Rostlager für verhältnismässig spärlichere Infektionen. Man findet nämlich (wenigstens im Sommer) nicht, wie z. B. bei *P. triticina* und anderen Arten, zahlreiche Infektionsstellen nahe beisammen auf demselben Blatte, sondern meist nur einzelne; diese erreichen aber durch die eigentümliche Art des Wachstums des Mycels eine grosse Ausdehnung und durchziehen, wie schon angedeutet, nicht selten das Blatt als lange Streifen von einem Ende bis zum anderen. Welche besonderen Verhältnisse hierbei in Betracht kommen, ist noch nicht aufgeklärt; ich kann nur bemerken, dass unter

geeigneten Umständen die Infektion mittels der Gelbrostsporen ebenso leicht und ebenso reichlich eintritt, wie die mittels anderer Rostpilzsporen. Infektionsversuche an Keimpflanzen von Horsford-Pearl- und Michigan-Bronce-Winterweizen, die ich kürzlich im Herbst anstellte und bis in den Dezember fortsetzte, gelangen regelmässig und brachten reichlichen Erfolg (vgl. Kap. VII). Das Fehlschlagen der Keimungs- und Infektionsversuche dürfte daher wesentlich darauf zurückzuführen sein, dass die geeigneten Bedingungen nicht genügend bekannt sind.

Die erwähnte eigentümliche Ausbreitung der Rostlager steht mit dem Bau des Gelbrostmycels in engem Zusammenhange. Dasselbe unterscheidet sich von dem der anderen Getreideroste durch die weniger zahlreichen, aber dickeren Hyphen und das Vermögen derselben, auf weite Strecken in derselben Richtung, der Längsrichtung des Blattes folgend, weiterzuwachsen. Die Zellen sind dicht mit Protoplasma erfüllt und enthalten zahlreiche, sich wie Zellkerne färbende Gebilde (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkr. 10. 1900. 89).

Was die Spezialisierung der *Puccinia glumarum* betrifft, so unterscheidet Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 312—314) die folgenden Formen:

1. **Pucc. glumarum Tritici** Erikss.

Uredosporen von *Triticum vulgare* Vill. infizierten *Triticum vulgare*, nicht *Hordeum vulgare* und *Secale cereale*.

2. **Pucc. glumarum Hordei** Erikss.

Uredosporen von *Hordeum vulgare* L. infizierten *Hordeum vulgare*, nicht *Secale cereale* und *Triticum vulgare*.

3. **Pucc. glumarum Secalis** Erikss.

Uredosporen von *Secale cereale* L. infizierten *Secale cereale*, nicht *Hordeum vulgare*, brachten aber auf *Triticum vulgare* einmal einen schwachen Erfolg. Eriksson bezeichnet diese Form als „nicht scharf fixiert“, hält aber die Möglichkeit einer Unreinheit des Aussaatmaterials nicht für ganz ausgeschlossen. Dass Eriksson in Verbindung damit die Frage erwägt, ob die forma *Secalis* vielleicht die ursprünglichste Form des Gelbrosts ist (S. 315), sei hier nur kurz erwähnt.

4. **Pucc. glumarum Elymi** Erikss.

Uredosporen von *Elymus arenarius* L. infizierten *Triticum, Hordeum,* und *Secale* nicht. Versuche auf der Nährpflanze selbst fehlen noch.

5. Pucc. glumarum Agropyri Erikss.

Uredosporen von *Agropyrum repens* Beauv. infizierten *Secale, Triticum, Hordeum* nicht, aber auch *Agropyrum* selbst nicht. Die Trennung der beiden letzten Formen von den übrigen ist daher noch nicht ganz sicher.

Aus der Möglichkeit der Ausführung dieser Versuche kann man übrigens auch schliessen, dass das Keimungs- und Infektionsvermögen der Gelbrostsporen nicht so auffällig schlecht sein kann.

Der Gelbrost scheint nicht überall vorzukommen, wo die geeigneten Getreidearten gebaut werden. In Schweden (Eriksson), Oesterreich (Hecke, Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen 1899. 342 ff.), manchen Teilen von Deutschland[1]) ist er häufig. In Nordamerika scheint er dagegen zu fehlen; Carleton (Div. veg. Phys. a. Path. Bull. 16. 1899) erwähnt ihn nicht. Dieser letztere Umstand liese sich gegen eine kosmopolitische Verbreitung seiner Sporen verwenden (s. Kap. VII).

Der Schaden, den dieser Rost hervorruft, soll oft ein sehr bedeutender sein. Die Sporenlager dringen bei heftig auftretenden Epidemien bis in die Ähren vor *(P. „glumarum“)* und gehen selbst auf die Körner über. (Eriksson und Henning, Getreideroste 199.)

Der Umstand, dass diese drei Getreidesorten, von denen die Gerste aus Australien, die beiden Weizensorten aus Amerika stammen, so ausserordentlich empfänglich gegen den Gelbrost sind, der in Australien und Amerika nicht vorkommt, ist sehr bemerkenswert. Derselbe spricht, wie Eriksson selbst zugibt (Arkiv. Bot. 1. 1903. 143), dagegen, dass die Empfänglichkeit auf dem Vorhandensein eines inneren Krankheitskeimes in den Samen beruhe. Es mag hier bemerkt werden, dass eine ganz ähnliche und noch viel auffälligere Erscheinung in dem Verhalten der *Nemesia versicolor* gegen *Cronartium asclepiadeum* vorliegt (s. diesen Pilz).

Eigentümlich ist auch die ausgeprägte Empfänglichkeit, die einzelne Getreidesorten gegen den Gelbrost zeigen. Eriksson hat darüber zahlreiche Beobachtungen angestellt, und ich kann nach eigenen Erfahrungen bestätigen, dass auf den Weizensorten Michigan Bronce und Horsford Pearl, sowie auf der Gerste Skinless *(Hordeum vulgare cornutum)* der Rost weit häufiger und reichlicher auftritt als auf anderen Sorten (Kap. XVII). Fast scheint es sogar, als ob einzelne Individuen

[1]) z. B. nach eigenen Beobachtungen in Ostholstein und vielerwärts in Thüringen. Weitere Angaben findet man in den Jahresberichten des Sonderausschusses für Pflanzenschutz, wo übrigens die einzelnen Rostarten nicht immer genügend genau geschieden sind.

besonders empfänglich wären; ich sah mitunter Rostlager auf sämtlichen Blättern einer Pflanze, während andere daneben stehende keinen oder nur wenig Rost zeigten. Wie es sich damit verhält, bedarf genauerer Untersuchung.

Puccinia coronata Corda.

de Bary (Monatsb. Akad. Berlin 1866. 211) beobachtete 1865 das Eindringen der Sporidienkeimschläuche des „Kronenrosts" von nicht genauer bezeichneten Gräsern in die Epidermis von *Frangula Alnus* Mill. und *Rhamnus cathartica* L. und erzog im Freien Spermogonien und Aecidien auf *Frangula Alnus.* Die Aussaat der Aecidiosporen von *Frangula Alnus* auf *Triticum vulgare, Secale cereale* und *Avena sativa* war ohne Erfolg.

Spätere Untersuchungen haben die Ergebnisse de Bary's zwar im allgemeinen bestätigt, aber zugleich gezeigt, dass die Verhältnisse verwickelter sind, als sie zunächst schienen.

Nielsen (Bot. Tidsskr. 3. R. 2. 1877. 39) erhielt zwar mit den Aecidiosporen von *Rhamnus cathartica,* aber nicht mit denen von *Frangula Alnus,* obgleich dieselben keimten, Erfolg auf *Lolium perenne* L. (s. auch Nielsen, Ugeskr. f. Landmaend 4. R. 9. 1875. 549—556).

Cornu (Bull. soc. bot. France 1880. 181 und 209; Compt. rend. 91. 1880. 99) übertrug die Aecidiosporen von *Rhamnus cathartica* und *oleoides* L. mit Erfolg auf *Avena sativa* L. Er nennt auch *Rh. tinctoria* W. K. und *Rh. utilis* Decne (= dahurica Pall.) als Träger des Aecidiums.

C. Gad hat nach Rostrup (Vidensk. Meddel. naturh. Foren. Kjöbenhavn 1889. 243) die Zugehörigkeit des Aecidiums auf *Rh. infectoria* L. zu *P. „coronata"* durch Versuche gezeigt.

Plowright (Grevillea 11. 52; Brit. Ured. 164) erhielt Aecidien auf *Frangula Alnus* aus Teleutosporen von *Dactylis glomerata* L. und *Festuca silvatica* Vill., konnte aber dasselbe Resultat mit Teleutosporen von *Lolium perenne* nicht erreichen. Ferner gelang ihm die Infektion von *Avena sativa* mittels eines *„Aecidium Rhamni"* von nicht genauer bezeichnetem Ursprunge (Grev. 11. 52). Plowright spricht zuerst die Vermutung aus, dass zwei verschiedene Pilze unter dem Namen *Pucc. coronata* zusammengeworfen würden. In Grevillea 21. 1893. 109 erwähnt Plowright noch, dass er 1885 aus einer *Puccinia* auf *Holcus mollis* L. das Aecidium auf *Frangula Alnus* erhalten habe.

Durch zahlreiche, 1802 begonnene Versuche (Klebahn, Kulturv. I. 338. [22]; II. 129; III. 151; IV. 327; V. 331; VI. 26 [36]) habe ich dann zunächst festgestellt, dass innerhalb der norddeutschen Formen der

Puccinia coronata zwei Arten oder wie es infolge der späteren Untersuchungsergebnisse vielleicht richtiger heissen könnte, Formenkreise unterschieden werden müssen. Bei den wiederholt und unter möglichst gleichen Bedingungen gleichzeitig auf *Frangula Alnus* Mill. und *Rhamnus cathartica* L. vorgenommenen Aussaatversuchen wurde von den Teleutosporen auf *Calamagrostis arundinacea* Roth (Kulturv. II), *Cal. lanceolata* Roth (IV), *Phalaris arundinacea* L. (III, IV, V, VI) und bestimmten Materialien auf *Holcus mollis* L. (III, V) stets nur *Frangula Alnus* infiziert, während *Rhamnus cathartica* vollkommen pilzfrei blieb.

Das umgekehrte Verhalten zeigten die Teleutosporen auf *Lolium perenne* L. (Kulturv. I, II, IV), *Festuca elatior* L. (V), *Arrhenatherum elatius* M. et K.? (II), *Avena sativa* L. (IV) und andere Materialien auf *Holcus lanatus* L. (III, V), die stets nur auf *Rhamnus cathartica* L. nie auf *Frangula Alnus* Erfolg hervorriefen.

Entsprechende Resultate ergaben die Aussaaten mit Aecidiosporen. Die Aecidien von *Frangula Alnus* infizierten mit Erfolg *Agrostis vulgaris* With. (II), *Holcus lanatus* (II, V), *Calamagrostis lanceolata* (II—VI), *Phalaris arundinacea* (III—VI) und waren ohne Wirkung auf *Lolium perenne, Festuca elatior, Avena sativa* (II). Die Aecidien von *Rhamnus cathartica* dagegen infizierten *Lolium perenne* (I, II, IV, V), *Festuca elatior* (II, V), *Avena sativa* (IV), *Holcus lanatus* (II, V), *H. mollis* (IV).

Infolge dieser Ergebnisse wurden die zu *Aecidium Frangulae* gehörenden Pilze als *Puccinia coronata* Corda (emend.), die zu *Aec. Rhamni* gehörenden als *P. coronifera* Kleb. (s. diese) bezeichnet (Kulturv. II. 129; Vorl. Mitt. Zeitschr. f. Pflanzenkr. 3. 1893. 199). Ausser den erwähnten biologischen Unterschieden zeigen dieselben gewisse Verschiedenheit in der Grösse und Anordnung der Uredo- und besonders der Teleutosporenlager. Zu beachten ist, dass auf *Holcus mollis* und *lanatus* beide Arten vorkommen können, doch, so dass ein bestimmtes Material auf einer *Holcus*-Art, Reinheit desselben vorausgesetzt, immer nur den einen der beiden Aecidienwirte infiziert.

Beobachtungen, durch welche die hier dargestellten Verhältnisse bestätigt werden, teilen mit Schröter (71. Jahresber. Schles. Gesellsch. 1893. 31: *Avena sativa*), E. Fischer (Mitteil. naturf. Ges. Bern 1894. April 28: *Lolium perenne*) und namentlich Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 320; Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 3. 1897. 294 und 295 [4 und 5]: *Avena sativa, Festuca elatior, Phalaris arundinacea, Calamagrostis arundinacea*).

Für die Teleutosporen auf *Agrostis vulgaris* With. und *Agropyrum repens* Beauv. stellte Eriksson (Centr. f. Bact. l. c. 295. [5]) neu fest, dass sie ihre Aecidien nur auf *Frangula Alnus* bilden.

Als „auffällig“ bezeichnete ich Kulturv. II. 132. den Umstand, dass es mir nicht gelingen wollte, die in Untersuchung befindliche *P. coronata* auf *Dactylis* und die *coronifera* auf *Avena sativa* zu übertragen. Eine Erklärung fand sich bald darauf. Durch Eriksson's und meine eigenen Versuche wurde nämlich festgestellt, dass innerhalb der *Pucc. coronata* Corda emend. sowohl wie innerhalb der *P. coronifera* Kleb. (s. diese) noch weiter spezialisierte Formen vorhanden sind, dergestalt, dass meist jede der in Betracht kommenden Gattungen eine ihr speziell angepasste Schmarotzerform hat. Von *Pucc. coronata* sind bis jetzt folgende Formen unterschieden worden:

1. **Pucc. coronata Calamagrostis** Erikss.

Die aus Teleutosporen von *Calamagrostis lanceolata* Roth gezogenen Aecidiosporen infizierten *Calamagrostis lanceolata,* aber nicht *Phalaris arundinacea, Festuca silvatica, Holcus lanatus, H. mollis;* ebenso verhielten sich die Uredosporen von *Calamagrostis* (Klebahn, Kulturv. IV. 329). Die aus Teleutosporen von *Cal. arundinacea* Roth gezogenen Aecidiosporen infizierten *Cal. arundinacea,* dagegen nicht *Agropyrum repens, Agrostis stolonifera; Phalaris arundinacea* wurde einmal nicht und einmal schwach infiziert (Eriksson, Centralbl. f. Bact. l. c. 296 [6]).

2. **Pucc. coronata Phalaridis** Kleb.?

Die aus Teleutosporen von *Phalaris arundinacea* L. gezogenen Aecidien infizierten leicht *Phalaris arundinacea* und waren ohne Erfolg auf *Agrostis vulgaris, Holcus mollis, H. lanatus* (Klebahn, Kulturv. IV. 3), *Agropyrum repens, Agrostis stolonifera* (Eriksson l. c. 296 [6]). Die Aecidiosporen und die daraus auf *Phalaris* erhaltenen Uredosporen brachten in einigen Versuchen Eriksson's (l. c. 296 [6] u. 299 [9]) auf *Calamagrostis* keinen, in einem Falle einen schwachen Erfolg, bei meinen Versuchen gelang dagegen die Infektion von *Calamagrostis lanceolata* (Klebahn, Kulturv. III. 152; V. 332; VI. 26 [36]) mehrere Male in einwandfreier Weise (V, VI) und sehr reichlich. Wie dieses Verhalten zu erklären ist, lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Eriksson spricht von einem „Übergang“ zwischen den Formen „mit dem Aecidienstadium als Brücke“ (l. c. 302 [12]; s. auch Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 308; Jahrb. f. wiss. Bot. 29. 511). Der Ansicht Neger's (s. Kap. XIII, d) würde es entsprechen, eine verschiedene Spezialisierung des Uredo- und des Aecidienstadiums anzunehmen. Meiner Ansicht nach wird man den Unterschied zwischen den beiden Formen fallen lassen müssen. Das Ausbleiben des Erfolges bei der Infektion mit Uredosporen aber dürfte entweder auf zufällig bei den Versuchen vorhanden gewesene ungünstige

Umstände zurückzuführen sein, oder darauf, dass eine Spezialisierung in der Ausbildung begriffen ist und daher Materialien von verschiedenen Standorten sich verschieden verhalten. Weitere Versuche müssen diese Frage entscheiden.

3. **Pucc. coronata Holci** Kleb.

Aus Teleutosporen von *Holcus* spec. erhaltene Aecidiosporen auf *Frangula* infizierten *H. mollis* L. und *lanatus* L.; die Aussaat der erhaltenen Uredosporen auf *Phalaris arundinacea* und *Calamagrostis lanceolata* blieb ohne Erfolg (Klebahn, Kulturv. V. 333).

4. **Pucc. coronata Agrostis** Erikss.

Eriksson (l. c. 299 [9]) hat die Uredosporen von *Agrostis vulgaris* With. mit Erfolg auf *A. stolonifera* übertragen und vergebliche Aussaaten auf *Avena sativa, Festuca elatior, Lolium italicum* (Nährpflanzen der *P. coronifera*) gemacht. Das Verhalten gegen *Calamagrostis* usw. ist nicht geprüft, so dass die Selbständigkeit dieser Form noch nicht genügend sicher ist.

5. **Pucc. coronata Agropyri** Erikss.

Die Selbständigkeit dieser Form scheint Eriksson (l. c. 302 [12]) nur aus den negativen Aussaatergebnissen mit den Pilzen von *Phalaris* und *Calamagrostis* auf *Agropyrum repens* Beauv. erschlossen zu haben.

Puccinia coronifera Kleb.

Die auf *Lolium perenne* L. (Klebahn, Kulturv. I. 337 [12]; II. 129; IV. 327; V. 331), *Festuca elatior* L. (II. 132; V. 331), *Avena sativa* L. (IV. 327), *Arrhenatherum elatius* M. et K.? (II. 129) und zum Teil die aus *Holcus lanatus* L. (III. 151; V. 331) und *H. mollis* L. (IV, 327) lebenden Kronenroste bilden ihr Aecidium nicht auf *Frangula Alnus* Mill., sondern auf *Rhamnus cathartica* L., und sind daher unter dem Namen *P. coronifera* Kleb. (Kulturv. II. 129; Vorl. Mitt. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 3. 1893. 199) von den ihr Aecidium auf *Frangula Alnus* bildenden Kronenrosten (*P. coronata* Corda emend.) getrennt worden.

Die bestätigenden Beobachtungen von Schröter, E. Fischer und Eriksson sind unter *Pucc. coronata* erwähnt worden.

Für die Teleutosporen auf *Alopecurus pratensis* L., *A. nigricans* Horn. (?) = *arundinaceus* Poir. und *Glyceria aquatica* Wahlenb. stellte Eriksson (Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 317: *Alopecurus pratensis;* Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 3. 1897. 293 [3]) neu fest, dass sie ihre Aecidien nur auf *Rhamnus cathartica* bilden. Mittels Aecidien auf *Rhamnus lanceolata*

Pursh hat Arthur (Bull. Lab. Nat. Hist. Jowa 4. 1898. 399) Hafer infiziert; der betreffende Pilz gehört daher vermutlich zu *P. coronifera*. Arthur, der in Bezug auf die Nomenklatur extremen Anschauungen huldigt, nennt ihn *P. Rhamni* (Pers.) Wettst.

Magnus (Oest. Bot. Zeitschr. 1901. Nr. 3) hat kürzlich zu zeigen gesucht, dass die Unterscheidung der *P. coronifera* von *P. coronata* und zwar unter dem Namen *P. Lolii* schon vor mir von Nielsen ausgeführt worden sei. Ich kann hier nur wiederholen, das sämtliche Versuche Nielsen's bereits in Kulturv. I. 339 [23] von mir citiert sind, dass dieselben aber für sich allein zur Unterscheidung der beiden Pilze nicht ausreichen. Der Name *P. Lolii* kann an Stelle von *P. coronifera* nicht Verwendung finden, weil nur eine der Formen des Pilzes auf *Lolium* zu leben vermag (Klebahn, Kulturv. XI. 53).

Auch innerhalb der *Pucc. coronifera* sind von Eriksson und mir spezialisierte Formen unterschieden worden, nämlich:

1. Pucc. coronifera Avenae Erikss.

Die aus Teleutosporen von *Avena sativa* L. erhaltenen Aecidiosporen, ebenso die Uredosporen auf *Avena sativa* infizierten *Avena sativa*, aber nicht *Festuca elatior, Lolium perenne, Holcus mollis, H. lanatus, Dactylis glomerata, Arrhenatherum elatius* (Klebahn, Kulturv. IV. 328; s. auch XI. 54).

2. Pucc. coronifera Lolii Erikss.

Uredosporen von *Lolium perenne* L. infizierten nur *Lolium perenne*, nicht *Avena sativa* (Eriksson, Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 320; Klebahn, Kulturv. IV. 329), ebensowenig *Holcus lanatus* und *Festuca elatior* (Klebahn l. c.). Nielsen (Bot. Tidsskr. 3. R. 2. 1877. 39) behauptet, die Uredosporen von *Lolium perenne* mit Erfolg auf *Avena sativa* übertragen und auf *Avena* auch Teleutosporen erhalten zu haben.

3. Pucc. coronifera Festucae Erikss.

Aus Teleutosporen von *Festuca elatior* L. gezogene Aecidiosporen infizierten nur *Festuca elatior*, nicht *Avena sativa, Alopecurus pratensis* (Eriksson, Deutsch. Bot. Ges. 12. 320; Centr. f. B. 298 [8]), *Holcus mollis, H. lanatus, Lolium perenne* (Klebahn, Kulturv. V. 332; s. auch XI. 54). Uredosporen auf *Festuca elatior* infizierten *Festuca elatior*, aber nicht *Avena sativa, Alopecurus pratensis* (Eriksson, Deutsch. Bot. Ges. 12. 320), *Glyceria aquatica* (Eriksson, Centr. f. B. 299 [9]), *Holcus mollis* und *H. lanatus* (Klebahn, Kulturv. V. 332). *Lolium perenne* blieb bei Eriksson's Versuch (Deutsch. Bot. Ges. 12. 320) gleichfalls pilzfrei, wurde dagegen bei einem meiner früheren Versuche (Kulturv. V. 332) ziemlich reichlich

infiziert. Die Selbständigkeit der forma *Festucae* bedürfte daher vielleicht noch weiterer Prüfung.

4. **Pucc. coronifera Holci** Kleb.

Aus Teleutosporen von *Holcus lanatus* L. gezogene Aecidiosporen infizierten *Holcus mollis* und *H. lanatus*, blieben dagegen ebenso wie die Uredosporen auf *Festuca elatior* und *Lolium perenne* ohne Wirkung (Klebahn, Kulturv. V. 332).

5. **Pucc. coronifera Alopecuri** Erikss.

Uredosporen von *Alopecurus pratensis* L. infizierten zwar *Alopecurus pratensis*, blieben aber auf *Avena sativa* ohne Wirkung (Eriksson, Deutsch. Bot. Ges. 320 und 325). Aus Teleutosporen von *Alopecurus pratensis* erhaltene Aecidiosporen infizierten gleichfalls *Alopecurus*, ausserdem *Avena* schwach (l. c. 325). Aus Teleutosporen von *Alop. nigricans* erhaltene Aecidiosporen infizierten *Alop. pratensis*, dagegen nicht *Avena sativa, Festuca elatior, Glyceria aquatica* (Eriksson, Centr. f. B. 296 [6]). Über Eriksson's Hypothese (Deutsch. Bot. Ges. 12. 326), dass die forma *Alopecuri* die älteste Kronenrostform sei, lässt sich nur schwer ein Urteil bilden.

6. **Pucc. coronifera Glyceriae** Erikss.

Aus Teleutosporen von *Glyceria aquatica* Wahlenb. (?, Autor nicht angegeben) gezogene Aecidiosporen infizierten *Glyceria aquatica*, aber nicht *Avena sativa, Alopecurus pratensis, Festuca elatior*: die Uredosporen infizierten *Glyceria*, waren aber auf *Avena* und *Festuca* ohne Wirkung (Eriksson, Centr. f. B. 296 [6] und 299 [9]).

Nach Eriksson soll bei den Kronenrosten wegen der engen Spezialisierung die Sporenverbreitung durch den Wind für das Auftreten eine noch geringere Rolle spielen als bei dem Schwarzroste, und in Schweden soll keine der Formen besonders häufig sein. Es kann zugegeben werden, dass einzelne Formen schon wegen der Verbreitung der Nährpflanzen kein sehr allgemeines Vorkommen haben können, z. B. die auf *Phalaris, Calamagrostis* usw.; die auf *Glyceria, Alopecurus* (Eriksson), *Dactylis, Festuca silvatica* (Plowright) habe ich in Deutschland noch nicht gesehen. Andere aber, deren Nährpflanzen überall gemein sind oder in Menge angebaut werden (*Lolium, Festuca elatior, Avena* usw.) können trotz der Spezialisierung eine massenhafte Verbreitung erlangen, wenn die klimatischen Bedingungen dafür günstig sind. Ich habe im Jahre 1891 massenhaftes Auftreten dieser Pilze auf fast jeder Pflanze beobachtet (Klebahn, Abh. naturw. Ver. Bremen 12. 1892. 364; Kulturv. II.

133. Fussnote 6), während dieselben in anderen Jahren nur spärlich anzutreffen oder kaum aufzufinden waren.

Frangula Alnus ist bei uns an zahlreichen Orten so verbreitet und Aecidien werden so reichlich gebildet, dass gegen das regelmässig wirtswechselnde Leben der *P. coronata* kaum Bedenken möglich sind. Weniger häufig ist *Rhamnus cathartica,* während gerade *P. coronifera* meist viel verbreiteter ist als *P. coronata.* Es liegt daher der Gedanke nahe, dass dieser Pilz nicht in so direkten Beziehungen zum Aecidium steht, und dass an der Verbreitung die aus infizierten Gegenden stammenden, in der Luft suspendierten Uredosporen den wesentlichsten Anteil haben.

Was die Überwinterung im Uredozustande betrifft, so ist dieselbe für die Form auf *Avena sativa,* in Deutschland wenigstens, ausgeschlossen, weil hier der Hafer nicht überwintert, bezüglich, soweit ich weiss, überwinternde Sorten nicht gebaut werden. Auch für Nordamerika hat Carleton (Div. veg. Phys. a. Path. Bull. 16. 1899. 49) die Überwinterung nicht nachweisen können. Die Formen auf den perennierenden Gräsern *Lolium, Festuca, Holcus* usw. würden dagegen überwintern können, und Kühn (Landw. Jahrb. 1875. 401; s. Kap. VII) hat angegeben, dass *P. coronata* (oder *coronifera?*) auf *Holcus* auch im Winter in der Uredoform vorkomme; im übrigen aber ist sie bisher in keinem Falle nachgewiesen, bei künstlicher Weiterkultur rostkranker Gräser trat im folgenden Jahre kein Rost auf (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkr. 8. 1898. 340; 10. 1900. 87), und man kann also zweifeln, ob die Uredoüberwinterung häufiger vorkommt und für die Verbreitung der Pilze von grösserer Bedeutung ist. Genauere Untersuchungen darüber sind auf alle Fälle erwünscht.

Von grösserer ökonomischer Bedeutung ist unter den Kronenrosten nur die auf Hafer auftretende Form von *P. coronifera;* der durch die Roste der Wiesengräser angerichtete Schaden fällt weniger ins Auge. Übrigens ist der Rost auf dem Hafer in unseren Gegenden keineswegs, wie etwa *P. dispersa* auf Roggen, überall und alljährlich anzutreffen; auch scheint er eine späte Form zu sein, die mit Vorliebe spät zur Reife kommenden Hafer und zerstreute Pflanzen, die nach der Ernte noch in grünem Zustande sind, befällt. In einem Artikel in Gard. Chron. (18. 1882. 691) berichtet Plowright über ein sehr heftiges Auftreten des Rosts auf Gräsern und über eine Erkrankung (a severe and irritating cough), die sich Schafe und Lämmer durch den Genuss des rostigen Grases zugezogen haben sollen.

Als Wirte der Kronenroste, die im Voraufgehenden noch nicht erwähnt sind, werden von Schroeter, de Toni (in Saccardo), Farlow and Seymour (Hostindex) usw. noch genannt für das Aecidium: *Rhamnus*

alnifolia, alpina L'Hérit., *erythroxylon* Pall., *prinoides* L'Hérit., *saxatilis* Jacq. (!, cfr. *Pucc. Sesleriae*), „*spathulata*" (spathulaefolia Fisch. et Mey.?); für die Uredo- und Teleutosporen: *Agropyrum caninum* Beauv., *glaucum* Roem. et Schult., Arten von *Aira, Arundo, Avena fatua* L., *orientalis* Schreb., *Bromus asper* Murr., *inermis* Leyss., *Cinna arundinacea* L., *Festuca gigantea* Vill., *Glyceria distans* Wahlenb. (als *Festuca distans*), *Hordeum*-Arten, *Lolium multiflorum* Lam. (*italicum* A. Br.), *temulentum* L. (als *L. speciosum*), *Triticum vulgare* Vill. Viele dieser Angaben werden sicher der Nachprüfung bedürfen. Juel (Öfv. Vet. Ak. Förh. 1896. 221) hat auch auf *Sesleria coerulea* neben Aecidien auf *Rhamnus cathartica* einen Kronenrost gefunden; er stellt denselben zu *P. coronifera*. Vgl. *Pucc. Sesleriae*.

Eriksson (Centralbl. f. Bact. 2. Abtheil. 3. 13 und 14) unterscheidet noch zwei Formen der *Puccinia coronata*, von denen bisher nicht feststeht, ob sie ihre Aecidien auf *Rhamnus* oder *Frangula* oder überhaupt auf einer dieser Gattungen bilden, nämlich:

1. Die forma *Melicae* Erikss., auf *Melica nutans* L., im Uredostadium auf *Avena sativa* und *Calamagrostis arundinacea* nicht übertragbar, Teleutosporen bei Stockholm nur selten und spärlich, bei Horten in Norwegen reichlicher beobachtet. Dieser Pilz lebt daher vielleicht meist nur im Uredozustande, ohne Wirtswechsel (s. auch Eriksson, Deutsch. Bot. Ges. 12. 1894. 324).

2. Die forma *Epigaei* Erikss., auf *Calamagrostis Epigeios* Roth, weicht morphologisch von den anderen Formen etwas ab und ist nicht auf *Cal. arundinacea* übertragbar.

An die Kronenroste schliesst sich im Bau der Teleutosporen *Puccinia Festucae* mit Aecidien auf *Lonicera* an.

Aecidien auf *Rhamnus* sollen auch zu *P. Sesleriae* gehören (s. diese). Ferner ist der Umstand beachtenswert, dass verschiedene auf *Rhamnus*-Arten lebende Leptopuccinien den Teleutosporen der Kronenroste ähnlich sind (Kap. XVI, S. 175).

Puccinia coronata var. **himalensis** Barclay.

Barclay (Transact. Linn. Soc. London 3. 1891. 227) beobachtete auf *Brachypodium silvaticum* Beauv. einerseits, auf *Piptatherum holciforme* Roem. et Schult. und *Festuca gigantea* Vill. andererseits im Himalaya zwei mikroskopisch übereinstimmende, makroskopisch sehr verschiedene *Puccinia*-Formen, die nach der Beschaffenheit der Teleutosporen zu *Puccinia coronata* (im älteren Sinne) zu stellen sind. Auch ihr biologisches Verhalten weist ihnen diesen Platz an, denn es gelang

Barclay, mittels der Sporidien beider Pilzformen auf *Rhamnus dahurica* Pall. Spermogonien, in einigen Fällen auch Aecidien zu erziehen. Umgekehrt gelang es, mit den Aecidien auf den Gräsern Uredosporen zu erhalten, wobei auf *Piptatherum* und *Festuca* der Erfolg weniger kräftig war als auf *Brachypodium*.

Der Pilz auf *Brachypodium* ist nach Barclay von der europäischen *P. coronata* verschieden, der auf *Piptatherum* und *Festuca* ist dem europäischen Pilze sehr ähnlich; es wird aber nicht gesagt, mit dem Pilze welches Grases verglichen wurde, so dass man nicht wissen kann, welche der jetzt unterschiedenen europäischen Formen zum Vergleiche vorgelegen haben. Barclay betrachtet den Pilz, indem er ihn als Varietät ansieht, wohl mit Recht als von den europäischen verschieden; eine genauere Feststellung seines Verhältnisses zu den jetzt unterschiedenen Formen dürfte aber ohne neue Untersuchungen kaum möglich sein. Zudem scheint es sowohl nach den morphologischen Verhältnissen, wie auch nach dem Infektionsversuch mit Aecidiosporen, dass die Pilze auf *Brachypodium* einerseits, auf *Piptatherum* und *Festuca* andererseits, wie auch Barclay schon andeutet, nicht völlig identisch waren.

Der Pilz auf *Piptatherum* und *Festuca* scheint mittels des Mycels perennieren zu können; auf Pflanzen mit trockenen Blättern, die im Frühjahr in Wasser gesteckt wurden, erschienen nach einiger Zeit frische Blätter mit Uredolagern. Auf *Brachypodium* dagegen zeigten sich die ersten Uredosporen erst nach der Aecidienreife. Auch bei dem Auftreten im Freien scheint der Pilz auf *Brachypodium* mehr an *Rhamnus* gebunden zu sein. Die Uredosporen bewahrten bei trockener Aufbewahrung in einem locker verschlossenen Glase $4^1/_2$ Monate die Keimfähigkeit.

Puccinia americana Lagerh.

Arthur (Bot. Gazette 29. 1900. 272) unternahm infolge der Beobachtungen von W. Stuart, der Aecidien auf *Pentstemon pubescens* Sol. [= *P. hirsutus* (L.) Willd.] neben teleutosporentragendem *Andropogon scoparius* Michx. gefunden hatte, Aussaatversuche, und zwar wurden die Teleutosporen von *Andropogon* anfangs Mai mit Erfolg auf *Pentstemon* und die Aecidiosporen Mitte Mai mit Erfolg auf *Andropogon* ausgesät. Von W. Stuart wurden die Versuche wiederholt.

Später bezeichnen Arthur and Holway (Bull. Lab. Nat. Hist. State Univ. Jowa 5. 1901. 181) den Pilz als *P. Andropogonis* Schw.; für *P. Andropogi* Lagerh., von der sich der Pilz im Uredozustande unterscheidet, wird der Name *P. Ellisiana* Thüm. gebraucht. Als weitere Nährpflanzen, mit denen indessen keine Versuche angestellt sind, werden

genannt *Pentstemon albidus* Nutt., *gracilis* Nutt., *grandiflorus* Nutt., *Andropogon argyraceus* Schultes, *furcatus* Mühl., *hallii* Hack., *virginicus* L.

Auch Kellermann (Journ. of Myc. 9. 1903. 10) erzog Spermogonien auf *Pentstemon* aus Sporidien von *Andropogon scoparius*.

Der Pilz ist in Nordamerika östlich vom Felsengebirge verbreitet.

Puccinia Polliniae Barcl.

Barclay (Scient. Mem. by med. Offic. of the Army of India 2. 1887. 15, datiert 1. August 1886) erzog wiederholt durch Aussaat der Sporidien der *Puccinia Polliniae* Barcl. von *Pollinia nuda* Trin. aus dem Himalaya Aecidien auf *Strobilanthes Dalhousianus* Clarke (*Aecidium Strobilanthis* Barcl.) und erhielt durch Aussaat der Aecidiosporen auf *Pollinia nuda* mehrere Male Uredo- und Teleutosporen.

Beschreibung der *Puccinia* in Descr. List 2. 1889. 243.

Puccinia Jasmini-Chrysopogonis Barclay.

Barclay (Transact. Linn. Soc. London 3. 1891. 237) erzog aus den Sporidien der *Puccinia Chrysopogonis* Barcl. von *Chrysopogon Gryllus* L. aus dem nordwestlichen Himalaya auf *Jasminum humile* L. Spermogonien und Aecidien des *Aecidium Jasmini* Barcl. und erhielt durch Aussaat der Aecidiosporen auf *Chrysopogon* reichliche Uredoentwickelung.

Das Aecidium auf *Jasminum grandiflorum* L. gehört zu dem autöcischen *Uromyces Cunninghamianus* Barclay.

Puccinia Ari-Phalaridis (Plowr.).

Plowright (Journ. Linn. Soc. London 24. 1888. 88) fand neben *Aecidium Ari* Desm. eine morphologisch mit *Pucc. sessilis* Schneid. übereinstimmende *Puccinia* auf *Phalaris arundinacea* L. und wies durch Aussaatversuche in beiden Richtungen den Zusammenhang der beiden Formen, sowie die Verschiedenheit dieses Pilzes von *P. Allii-Phalaridis* (s. diese) nach, indem die Sporidien, die *Arum maculatum* L. leicht infizierten, auf *Allium ursinum* L. ohne Wirkung blieben.

Dietel (Ber. naturf. Ges. Leipzig 1888/89. 43) vermutete anfangs auf Grund des geselligen Vorkommens bei Leipzig die Identität der Aecidien auf *Allium ursinum* und *Arum*, kam dann aber (Hedwigia 29. 1890. 151) bei Aussaatversuchen zu demselben Ergebnis wie Plowright. Mir lag ein von H. T. Soppitt in Halifax gesammeltes Material vor, das, wie

Soppitt vermutet hatte, *Arum maculatum* und *Allium ursinum* gleichzeitig infizierte, aber auf *Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum, Majanthemum bifolium, Orchis militaris* und *Listera ovata* ohne Wirkung blieb (Klebahn, Kulturv. VII. 153 [39]). Die Teleutosporen, die aus den auf *Arum maculatum* erhaltenen Aecidien gezogen wurden, infizierten jedoch im folgenden Jahre nur *Arum maculatum,* nicht *Allium ursinum* (Kulturv. VIII. 398).

Puccinia Ari-Phalaridis und die folgenden auf *Phalaris arundinacea* lebenden *Puccinia*-Arten bilden eine Gruppe sehr nahe verwandter, fast nur durch die Wahl der Aecidienwirte unterschiedener Pilze. Auch die Aecidien, die sämtlich auf Monocotyledonen leben, sind einander sehr ähnlich.

Von anderen Puccinia-Arten bilden nur *P. amphigena* und *P. Moliniae* Aecidien auf Monocotyledonen.

Puccinia Allii-Phalaridis.

Synonyma: *P. sessilis* Schneid. (1869) in Winter, Pilze 1. *P. linearis* Roberge (1855) in Oudemans, Révision des Champ. 1. 1892. 525. *P. Winteriana* Magnus (1894), Hedwigia 33. 1894. 83.

Winter (Sitzungsb. naturf. Ges. Leipzig 1874. 41) beobachtete Aecidien auf *Allium ursinum* L. neben einer in der Umgegend von Leipzig auf *Phalaris arundinacea* L. auftretenden *Puccinia,* die mit der von Schroeter (Abh. Schles. Ges. 1869) gegebenen Beschreibung der *Pucc. sessilis* Schneider übereinstimmte, und die auch von Schneider als *P. sessilis* anerkannt wurde. Durch Aussaat der Sporidien erzog er 1874 Aecidien auf *Allium ursinum,* durch Aussaat der Aecidiosporen die *Puccinia* auf *Phalaris.* Winter folgert daraus die Zusammengehörigkeit der *P. sessilis* Schneid. mit *Aecidium Allii ursini* Pers. (*Aec. Alliatum* Rabenh.).

Der Zusammenhang ist von Plowright (Brit. Ured. 166) und später auch von mir bestätigt worden (Klebahn, Kulturv. VII. 153 [39]). Plowright zeigte die Verschiedenheit des Pilzes von *P. Ari-Phalaridis* (*P. Phalaridis* Plowr.), indem die Teleutosporen, welche *Allium ursinum* infizieren, auf *Arum* keinen Erfolg bringen. Über meine Versuche vgl. *P. Ari-Phalaridis.*

In Bezug auf die Nomenklatur dieses Pilzes und seiner Verwandten ist einige Verwirrung entstanden:

Dietel (Bot. Centralbl. 47. 1891. 17) wies darauf hin, dass in der Gegend von Schneider's Fundort der *P. sessilis* (Pirschau bei Breslau, Schneider, Herbar. schles. Pilze Nr. 393) *Allium ursinum* nicht vor-

komme. Nach Schroeter (Pilze Schlesiens 325) ist *Aecidium Alliatum* in Schlesien überhaupt nicht gefunden worden; dagegen ist *Aecidium Convallariae* in Schlesien verbreitet. Daraufhin schlug Magnus (Hedwigia 33. 1894. 83; Abh. Bot. Ver. Prov. Brand. 36. 1894. 4) vor, den Namen *P. sessilis* Schneid. auf die Teleutosporen des *Aecidium Convallariae* zu übertragen und den vorliegenden Pilz *Pucc. Winteriana* P. Magnus zu nennen. Hiergegen protestiert P. Sydow (Hedwigia 33. 1894. 205). Er teilt mit, dass er Exemplare des Aecidiums auf *Allium ursinum* von Striegau in Schlesien besitze (Gebüsch zwischen der Tschechner und Haidauer Mühle, leg. J. Zimmermann 1864). Dieser Fund beweist natürlich nicht, dass Schneider's Pilz zu *Allium* Beziehungen hatte, und deshalb wendet sich Magnus (Hedwigia 33. 1894. 362) nicht mit Unrecht gegen Sydow. Ebensowenig aber ist bewiesen, dass Schneider's *P. sessilis* zu *Aec. Convallariae* gehört, denn auch die Aecidien auf *Orchis, Platanthera, Listera,* die in Schlesien schwerlich fehlen, ebenso die auf *Leucoïum* stehen mit Teleutosporen vom Typus der *P. sessilis* in Verbindung. Es kommt noch hinzu, dass ein noch älterer Name für den Pilz auf *Phalaris* vorhanden ist, nämlich *P. linearis* Roberge (in Desmazières, Ann. sc. nat. 4. s. 4. 1855. 125). Oudemans (Révision des Champignons 1. 1892. 525), der hierauf aufmerksam gemacht hat, verwendet diesen Namen daher zwar mit Recht statt des Namens *P. sessilis,* aber den Pilz *P. Allii-Phalaridis* so zu bezeichnen, liegt auch kein zureichender Grund vor, da man nicht wissen und auch wohl nicht mehr feststellen kann, welchen Wirtswechsel der Pilz Roberge's gehabt hat. Es erscheint mir daher angezeigt zu sein, sich nicht so sklavisch an das Prioritätsprinzip zu binden und die älteren Namen, die gegenwärtig nur noch historischen Wert haben, wo sie Verwirrung stiften, zu Gunsten einer neueren, das Wesen der betreffenden Pilze kurz und verständlich andeutenden Bezeichnung aufzugeben. Dagegen dürften diese älteren Namen als Sammelbezeichnungen für die ganze Gruppe ihre Berechtigung behalten.

Puccinia Convallariae-Digraphidis (Sopp.) Kleb.

Den Wirtswechsel des *Aecidium Convallariae* Schum. entdeckte H. T. Soppitt (Journ. of Bot. 28. 1890. 213; s. auch Gard. Chron. 7. 1890. 643). Eine Vermutung über den Zusammenhang desselben mit einer *Puccinia* auf *Phalaris,* die aber Soppitt nicht bekannt war, hatte allerdings bereits Johanson (Bot. Notiser 1886. 172) geäussert.

Auf einer im Lake Windermere bei Bowness (Westmoreland) vereinzelt gelegenen Insel, auf welcher *Arum maculatum, Allium ursinum,*

Polygonatum multiflorum, Majanthemum bifolium und *Paris quadrifolia* nicht vorkommen, fand Soppitt *Convallaria majalis* L. alljährlich im Mai in Menge mit Aecidien bedeckt und im Herbst eine *Puccinia* auf *Phalaris arundinacea* L. Durch Aussaatversuche in beiden Richtungen wies er den Zusammenhang nach und zeigte zugleich, dass die Sporidien auf *Allium ursinum, Arum maculatum, Orchis mascula, Gagea lutea, Allium Scorodoprasum, Scilla nutans, Lilium bulbiferum* keinen Erfolg hervorbringen. Auch *Polygonatum officinale* All. wurde nicht infiziert, ebenso *P. multiflorum* All. bei einem Versuche, während bei einem zweiten Versuche gelbe Flecken entstanden.

Auch Plowright (Journ. Roy. Hort. Soc. 12. 1890. CIX) hat mit von Soppitt ihm gesandtem Material erfolgreiche Versuche ausgeführt (s. Soppitt, Gard. Chron. 7. 1890. 643). Soppitt nennt den Pilz *P. Digraphidis.*

Nachdem es mir und andern (s. *Pucc. Smilacearum-Digraphidis*) gelungen war, mittels einer *Puccinia* auf *Phalaris* die vier Wirte *Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum, Majanthemum bifolium* und *Paris quadrifolia* gleichzeitig zu infizieren, schien es wünschenswert. festzustellen, welcher Wert dem negativen Erfolge der Aussaatversuche Soppitt's auf *Polygonatum* beizumessen sei. Mit Material von der Insel im Lake Windermere, das Herr Soppitt so liebenswürdig war, zu besorgen, ergab sich in drei nach einander (28. April, 12. Mai, 28. Mai) angestellten Versuchsserien mit zahlreichen Exemplaren der Versuchspflanzen eine vollkommene Bestätigung der Angaben Soppitt's: auf *Convallaria majalis* allein traten Spermogonien und Aecidien auf; auf *Majanthemum bifolium* und *Paris quadrifolia* zeigte sich gar keine Wirkung; auf *Polygonatum multiflorum* wurden bei dem ersten und zweiten Versuche (Blätter noch jung) Kräuselungen und scharf begrenzte rote Flecken erzeugt, bei dem dritten Versuche (Blätter älter) trat keine Wirkung mehr ein. Auf den roten Flecken konnten in die Epidermiszellen eingedrungene, aber dann in der Entwickelung gehemmte Sporidienkeimschläuche mikroskopisch nachgewiesen werden (Klebahn, Kulturv. V. 260 ff.) Mit einem Teile des Materials hat Soppitt (Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 7. 1897. 8) gleichzeitig seine Versuche wiederholt. Das Ergebnis war: Aecidien auf *Convallaria majalis,* Flecken und Kräuselungen auf *Polygonatum multiflorum,* desgleichen Flecken und Krümmungen, die mit der Aussaat zusammenzuhängen schienen, auf *Majanthemum bifolium,* kein Erfolg auf *Allium ursinum.*

Über ein der *P. Convallariae-Digraphidis* im Verhalten sehr ähnliches Material (von Meckelfeld) vgl. *P. Smilacearum-Digraphidis.*

Puccinia Smilacearum-Digraphidis Kleb.

Nachdem Soppitt die Beziehungen des *Aecidium Convallariae* zu einer *Puccinia* auf *Phalaris arundinacea* (s. *Pucc. Convallariae-Digraphidis*) mitgeteilt hatte, gelang es mir 1892, mittels der Sporen eines bei Lilienthal (Prov. Hannover) auf *Polygonatum multiflorum* All. vorkommenden Aecidiums gleichfalls *Phalaris arundinacea* zu infizieren (Klebahn, Kulturv. I. 1892. 342 [26]). Die erhaltenen Teleutosporen brachten im folgenden Frühjahr (1893) Aecidien auf *Polygonatum*, diese wieder Uredo- und Teleutosporen auf *Phalaris* hervor (Kulturv. II. 137). Im nächsten Sommer (1894) infizierten diese Teleutosporen ausser *Polygonatum multiflorum* auch *Convallaria majalis* L. und *Majanthemum bifolium* Schmidt (Kulturv. III. 150), im folgenden Sommer (1895) die abermals aus den Aecidien von *Polygonatum* gewonnenen Teleutosporen ausser den drei genannten Wirten auch *Paris quadrifolia* L. (Kulturv. IV. 263). Hiermit schien die Zugehörigkeit der Aecidien der vier Wirte definitiv erwiesen zu sein.

Inzwischen hatte auch Magnus (Hedwigia 33. 1894. 78) mittels einer *Phalaris-Puccinia* Aecidien auf *Majanthemum* hervorgebracht (Mai 1891) und sich infolge des Zusammenvorkommens der Aecidien auf den vier Nährpflanzen für die Identität derselben ausgesprochen. Die Pilze, die Soppitt und Plowright vorgelegen und nur *Convallaria*, bezüglich nur *Paris* (cfr. *Pucc. Convallariae-Digraphidis* und *P. Paridi-Digraphidis*) infiziert hatten, bezeichnet Magnus als „Gewohnheitsrassen", deren Keimschläuche in die Blätter einiger Wirte „bloss schwerer eindringen" und darin „minder kräftig heranwachsen", als dies in Bezug auf die von ihnen leicht infizierten Wirte der Fall ist.

Ferner gelang es G. Wagner (Deutsch. Bot. Ges. 14. 1896. 214), mit einem und demselben Material (von Freyenstein, Ost-Prignitz) gleichzeitig alle vier Wirte zu infizieren. *Arum maculatum, Galanthus nivalis, Lilium Martagon, Streptopus amplexifolius* blieben dagegen immun. In *Streptopus* sollen jedoch Keimschläuche eingedrungen sein. Auch ein von mir untersuchtes Material aus Triglitz in der Prignitz (leg. O. Jaap) infizierte alle vier Wirte, allerdings *Majanthemum* und besonders *Paris* schwächer (Kulturv. VIII. 399).

Im Sommer 1896 war es mir dann möglich, die Versuche Soppitt's zu wiederholen und zu bestätigen und damit zu zeigen, dass der Soppitt'sche Pilz doch, gegenwärtig wenigstens, eine selbständige biologische Art ist, dadurch charakterisiert, dass seine Aecidien sich ausschliesslich auf *Convallaria majalis* bilden (s. *P. Convallariae-Digraphidis*). Auch *P. Paridi-*

Digraphidis kann hiernach mit Wahrscheinlichkeit als selbständige Art angesehen werden.

Als weitere Wirte des Aecidiums wurden noch erkannt *Polygonatum officinale* All. (Fischer, Entw. Unt. 63) und *P. verticillatum* All. (Klebahn, Kulturv. VIII. 399). *Listera ovata* und *Allium ursinum* blieben auch bei Fischer's Versuchen pilzfrei.

Eine Reihe Versuche wurde angestellt mit Rücksicht auf die Frage, ob es möglich sei, den Pilz *Puccinia Smilacearum-Digraphidis* künstlich zu spezialisieren, d. h. durch ausschliessliche Kultur desselben auf einem seiner Wirte eine Pilzform heranzuziehen, die das Vermögen, die anderen Wirte zu befallen, verliert, also eine Gewohnheitsrasse im Sinne von Magnus. Das Material war 1892 aus Aecidiosporen von *Polygonatum multiflorum* gewonnen worden, und in jedem folgenden Jahre wurden immer nur die durch Aussaat des vorjährigen Materials auf *Polygonatum multiflorum* erhaltenen Aecidien zur neuen Infektion von *Phalaris* verwandt. Auf diese Weise würde man nach dem Gedanken von Magnus zuletzt einen Pilz erhalten müssen, der nur noch *Polygonatum* zu infizieren vermag, nicht *Convallaria, Majanthemum* und *Paris*.

Die zu Beginn dieser Versuche vorliegenden Beobachtungstatsachen sprachen nicht allzusehr für diese Möglichkeit. Am ursprünglichen Fundorte des Pilzes wachsen nämlich die Aecidien auf *Polygonatum, Convallaria* und *Majanthemum* neben einander, *Paris* aber fehlt 15 km im Umkreise, und es ist daher sehr unwahrscheinlich, dass die Vorfahren des Pilzes einmal auf *Paris* in der Aecidienform gelebt haben. Trotzdem infizierte das Material, nachdem es schon dreimal nur auf *Polygonatum* seine Aecidien gehabt, im Sommer 1895 *Paris*.

Die inzwischen erzielten Resultate machen aber doch den spezialisierenden Einfluss der Nährpflanze auf den Pilz in hohem Grade wahrscheinlich. Das Wichtigste darüber ist bereits oben in Kap. XV, S. 159 tabellarisch zusammengestellt worden. Ich füge hier noch folgende erläuternde Bemerkungen hinzu:

1895 (Kulturv. IV. 264) *Paris* zwar verhältnismässig schwächer infiziert als die anderen Nährpflanzen, aber immerhin mit 34 Infektionsstellen auf einer Pflanze.

1897 (Kulturv. VI. 24 [34]) *Convallaria* nicht reichlich infiziert, aber Aecidien sich gut entwickelnd. *Majanthemum* ziemlich viele Infektionsstellen, diese aber kaum zur Entwickelung von Aecidien gelangend.

1898 (Kulturv. X. 154 [40]) möglichst gleiche Quantitäten Aussaatmaterial verwendet. *Majanthemum* nur zwei kleine Infektionsstellen.

1901 (Kulturv. X. 147 [43]) *Convallaria* zwar schwächer als *Polygonatum,* aber immerhin recht kräftig infiziert, Aecidien gut reifend. Mit *Majanthemum* und *Paris* wurden keine Versuche gemacht.

1902 (Kulturv. XI. 48) möglichst gleiche Quantitäten Aussaatmaterial verwendet. *Convallaria* beim ersten Versuche nur an zwei Stellen, beim zweiten zwar an zahlreichen infiziert, aber keine der Stellen entwickelte sich zur Reife.

1903 s. S. 159. In den übrigen Jahren wurden keine vergleichenden Versuche gemacht.

Die Infektion auf *Polygonatum* war in allen Fällen sehr reichlich und es entwickelten sich stets sämtliche Infektionsstellen zu reifen Aecidienlagern. Im Verhalten des Pilzes gegen die anderen Nährpflanzen ist ausser der geringeren Reichlichkeit des Erfolges namentlich auch die Ungleichmässigkeit und die geringere Zuverlässigkeit im Eintreten des Erfolges bemerkenswert, in der sich auch ein Symptom der abnehmenden Infektionskraft zu zeigen scheint.

Von besonderem Interesse sowohl in Bezug auf das Auftreten von Mischungen wie auch namentlich für das Spezialisierungsproblem sind die Ergebnisse der Aussaaten einer Reihe im Freien gesammelter, bezugsweise daraus rein gezüchteter Teleutosporenmaterialien. Man gewinnt den Eindruck, dass die im Freien vorkommenden Materialien in Bezug auf die Spezialisierung verschieden weit vorgeschritten sind. Indessen sind die Schlüsse nach dieser Hinsicht mit Vorsicht zu ziehen, weil es schwer ist, den nach Entwickelung und äusseren Umständen etwas wechselnden Empfänglichkeitsgrad der Nährpflanzen zu beurteilen. Ich gebe im folgenden eine Zusammenstellung der Resultate.

1. Material von Wittenbergen bei Blankenese an der Elbe, 1897, 1898, 1899, 1902 (Kulturv. VI. 21 [30]; VII. 155 [41]; VIII. 399; XI. 52). Erfolg auf *Orchideen* stets reichlich; *Convallaria* schwach 1897 und 1902; *Polygonatum* stets rote Flecken, 1897 auch kleine Spermogonien- und Aecidienlager; *Majanthemum* negativ; *Paris* 1897 schwach, 1899 und 1902 negativ. Nur *Orchis* in der Nähe.

2. Material von Triglitz in der Prignitz 1899, Reinkultur daraus von *Convallaria* 1900 (Kulturv. VIII. 399; IX. 704). Erfolg *Orchideen* negativ; *Convallaria* 1899 reichlich, 1900 mässig (wächst nicht in der Nähe); *Polygonatum* reichlich; *Majanthemum* mässig; *Paris* schwach (kommt in der Nähe nicht vor).

3. Material von Meckelfeld bei Harburg an der Elbe 1899 und 1900, Reinkultur daraus von *Convallaria* 1901 (Kulturv. VIII. 400; IX. 705; X. 148 [44]). Erfolg Orchideen reichlich, Reinkultur 1901

negativ (!); *Convallaria* reichlich; *Polygonatum* rote Flecken, 1901 (Reinkultur) ausserdem spärliche, nicht weiter gedeihende Spermogonien; *Majanthemum* 1899 und 1901 (Reinkultur) negativ, 1900 schwach; *Paris* 1900 mässig, 1901 (Reinkultur) sehr schwach, nur Spermogonien. Das vorliegende Material ist, abgesehen von der Beimengung des Orchideenpilzes, *P. Convallariae-Digraphidis* so ähnlich, dass man die Frage nach einer etwaigen Identität mit diesem Pilze stellen muss.

4. Material vom Timmerhorner Teich in Holstein 1902 (Kulturv. XI. 51). Erfolg Orchideen reichlich, *Convallaria* sehr schwach, *Polygonatum* mässig, *Majanthemum* sehr schwach, *Paris* negativ.

5. Material vom Duvenstedter Brook in Holstein 1902 (Kulturv. XI. 52). Erfolg Orchideen negativ, *Convallaria* schwach, *Polygonatum* reichlich, *Majanthemum* schwach.

Die aus Reinkulturen von Orchideen gewonnenen Teleutosporen infizierten nur Orchideen, siehe *P. Orchidearum-Phalaridis.*

Puccinia Paridi-Digraphidis (Plowr.).

Plowright (Gard. Chron. 12. 1892. 137; Journ. Linn. Soc. 30. 1893. 43) beobachtete mit W. Thompson bei Carlisle eine *Puccinia* auf *Phalaris arundinacea* L., deren Sporidien auf *Paris quadrifolia* L., nicht aber auf *Allium ursinum* L., *Convallaria majalis* L. und *Arum maculatum* L. Aecidien hervorriefen. Durch Aussaat der Aecidiosporen entstanden auf *Phalaris* in 20 Tagen Uredolager.

Das Verhalten dieses Pilzes zu *Polygonatum* und *Majanthemum* bedarf noch der Prüfung.

Die Angabe Carlisle's (Gard. Chron. 8. 1890. 270), wonach das Aecidium von *Paris* mit der *Pucc. intermixta* n. sp. auf *Bromus* in Zusammenhang stehen soll, dürfte durch die Befunde Plowright's hinfällig werden.

Puccinia Schmidtiana Dietel.

Nach Dietel (Ber. Naturf. Ges. Leipzig 1895/96. 195. [7. Juli 1896]) fand R. Schmidt im Auenwalde zwischen Leipzig und Connewitz das Aecidium auf *Leucoïum vernum* L. auf, welches, als *Aecidium Leucoji* Bergam. Bals. et de Not. von *Leucojum aestivum* L. aus Italien bekannt, bei Ungarisch-Altenburg von Linhart und bei Elmshorn in Holstein von Eichelbaum gesammelt worden ist. Die stark infizierten Pflanzen wuchsen in der Nähe von *Phalaris arundinacea* L. Den Zusammenhang mit einer auf *Phalaris* lebenden *Puccinia* vom Typus der *Pucc. sessilis* bewies Dietel durch Aussaatversuche mittels der Aecidiosporen;

nach 13 Tagen erschienen Uredolager auf *Phalaris*. Mittels der Uredosporen wurden neue Uredolager in 9 Tagen erhalten. Später folgten Teleutosporen. Die umgekehrte Aussaat wurde nicht ausgeführt. Die Verschiedenheit des Pilzes von den übrigen auf *Phalaris* lebenden Puccinien wurde aus der Verbreitung erschlossen.

Durch Aussaat der Sporen des Aecidiums von *Leucojum aestivum* L. von Elmshorn in Holstein (Eichelbaum's Standort) auf *Phalaris arundinacea* L. habe ich den Zusammenhang bestätigt, doch konnte ich auch keine Kulturversuche in entgegengesetzter Richtung machen, da die Kultur nicht bis zur Teleutosporenbildung gedieh (Klebahn, Kulturversuche VII. 153 [39]).

Puccinia Orchidearum-Phalaridis Kleb.

Ein Vorkommen von *Aecidium Orchidearum* Desm. auf *Orchis latifolia* L. auf Wiesen am Elbufer (Blankenese), wo *Molinia coerulea* Mnch. nicht wächst (s. *Puccinia Moliniae* Tul.), gab mir Veranlassung mich daselbst nach anderen Teleutosporenwirten umzusehen, wobei meine Aufmerksamkeit auf die Röhrichtbestände gelenkt wurde, welche die Wiesen umsäumten. Ich machte darauf Aussaaten auf *Phragmites communis* Trin., sowie auf die daneben vorkommende *Phalaris arundinacea* L., mit dem Erfolge, dass die letztgenannte infiziert wurde (Klebahn, Kulturv. V. 1896. 269). Es gelang dann auch, am Fundorte auf *Phalaris* Teleutosporen aufzufinden (l. c. 270) und mittels dieser nach der Überwinterung auf *Orchis latifolia* L., *O. maculata* L., *O. Morio* L., *Platanthera bifolia* Reichenb., *Pl. chlorantha* Cust. und *Listera ovata* R. Br. Spermogonien und Aecidien hervorzubringen (Kulturv. VI. 21 [30]; VII. 155 [41]; VIII. 399).

Eine Reihe weiterer Versuche wurde in den folgenden Jahren ausgeführt; dabei ist der Umstand auffällig, dass alle bisher untersuchten im Freien gesammelten Materialien dieses Pilzes mit Teleutosporen, die *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum* und *Paris* mehr oder weniger stark infizierten, gemischt waren (Kulturv. IX. 400; XI. 51 u. 52). Wenn dieser Umstand gegenwärtig, nachdem das Vorkommen von Mischungen in zahlreichen Fällen festgestellt ist, auch nicht sonderlich auffallen kann, so macht er doch im vorliegenden Falle den Beweis nötig, dass der die Orchideen befallende Pilz eine Species für sich ist. Dieser Beweis ist zweimal durch Aussaat solcher Teleutosporen erbracht worden, die aus einem Orchideenaecidium rein gezüchtet waren, nämlich:

1898 (Kulturv. VII. 155 [41]): Teleutosporen aus Aecidien von *Orchis* 1897; diese aus Teleutosporen von Wittenbergen (Hamburg). Erfolg auf

Orchis maculata L., *Platanthera chlorantha* Custer, *Listera ovata* R. Brown; kein Erfolg auf *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum, Paris* und *Orchis Morio* L.

1901 (Kulturv. X. 147 [43]): Teleutosporen aus Aecidien von *Platanthera* 1900; diese aus Teleutosporen von Meckelfeld (Harburg), einem im Gesamtverhalten erheblich abweichenden Material (vgl. unter *P. Smilacearum-Digraphidis* und *P. Convallariae-Digraphidis).* Erfolg auf *Platanthera chlorantha,* kein Erfolg auf *Convallaria, Polygonatum, Majanthemum, Paris.*

Einen weiteren Beweis liefert der Umstand, dass die Teleutosporen, welche aus den gleichzeitig mit Aecidium auf *Orchis* erhaltenen Aecidien auf *Convallaria* usw. reingezüchtet waren, nur *Convallaria* usw., nicht Orchideen infizierten:

1901 (Kulturv. X. 148 [44]): Teleutosporen aus Aecidien von *Convallaria majalis;* diese aus demselben Teleutosporenmaterial von Meckelfeld wie oben. Erfolg auf *Convallaria* reichlich, *Polygonatum* und *Paris* sehr spärlich, keine Spur auf *Listera ovata* und *Platanthera chlorantha.*

Weiter spricht für die Verschiedenheit der negative Erfolg auf Orchideen, der von anderen Beobachtern bei der Aussaat solcher Materialien erhalten wurde, die einen Wirt aus der Maiblumen-Gruppe infizierten, vgl. Soppitt *(Orchis mascula)* unter *Pucc. Convallariae-Digraphidis* und Fischer *(Listera ovata)* unter *P. Smilacearum-Digraphidis.*

Puccinia (Thymi-) Stipae (Opiz.).

Bubák (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 126 und 914) beobachtete *Puccinia Stipae* (Opiz) Hora auf *Stipa capillata* L. neben *Aecidium Thymi* Fuck. bei dem Kuchelbader Kirchlein bei Prag und bei Welwarn (H. Kabát) in Böhmen und bewies den Zusammenhang durch Aussaat der Sporidien auf *Thymus pannonicus* Willd., *ovatus* Mill., *praecox* Opiz und *angustifolius* Pers., sowie durch Rückinfektion von *Stipa capillata* mittels der Aecidien von *Thymus ovatus,* wobei Uredosporen erhalten wurden.

Die Infektion von *Thymus angustifolius* Pers. gelang nicht gut,

Das Aecidium auf *Thymus* gehört demnach nicht zu *Pucc. Schneideri* Schröt. (*P. caulincola* Schneid.) auf *Thymus*-Arten; diese ist vielmehr eine *Micropuccinia* (Bubák l. c.).

Arthur (Bull. Lab. Nat. Hist. State Univ. Jowa 4. 1898. 389) verwirft die Namen *P. graminis foliorum Stipae* Opiz und *P. Stipae* Hora als nomina nuda und schreibt *P. Stipae* Arth. mit neuer Diagnose.

Das Verhältnis des zu Grunde liegenden amerikanischen Pilzes (auf *St. spartea* Trin. und *comata* Trin. et Rupr.) zu den europäischen Formen (s. auch *P. Salviae-Stipae*) bleibt zu prüfen.

Aecidium Thymi ist nach Farlow und Seymour (Hostindex 88) in Nordamerika bisher nicht beobachtet worden, ebensowenig ein Aecidium auf *Salvia*.

Puccinia (Salviae-)Stipae.

Herr H. Diedicke in Erfurt machte mich auf einen von ihm aufgefundenen Zusammenhang zwischen einer *Puccinia* auf *Stipa capillata* L. und dem Aecidium auf *Salvia silvestris* aufmerksam, sandte mir Material (von der Schwellenburg bei Erfurt) und bat mich, Versuche anzustellen. Es wurden (1903) aus den überwinterten Teleutosporen zu wiederholten Malen Spermogonien und Aecidien auf *Salvia silvestris* L. und auf *S. pratensis* L. hervorgerufen, wobei die Reichlichkeit des Erfolges auffiel, die bei der Anwendung kleiner Mengen des Impfmaterials eintrat. Einige Schwierigkeiten bereitet es, die Aecidien zur Reife zu bringen, da die *Salvia*-Pflanzen die Gewächshauskultur anscheinend nicht gut ertragen. Rückinfektionen gelangen nicht, weil die *Stipa*-Pflanzen schlecht wuchsen.

Um das Verhältnis zu *Pucc. Thymi-Stipae* zu prüfen, machte ich auch Aussaaten auf *Thymus Serpyllum* L.; diese brachten keinen Erfolg, aber die *Thymus*-Pflanzen gediehen auch schlecht und gingen bald ein. Herr Diedicke teilt mir dagegen mit, dass er Spermogonien auf *Thymus Serpyllum* erhalten habe.

Inzwischen hat Herr Diedicke in Annales mycologici (1. 1903. 341) über seine Versuche berichtet. Diedicke hat nur *S. silvestris* infiziert, kommt aber zu denselben Resultaten, auch in Bezug auf das Gedeihen der Pflanze. Über die Infektion von *Thymus* schreibt er: „.... erst beim zweiten Versuch am 20. März erhielt ich ein positives Resultat insofern, als am 28. März die jungen Triebe völlig mit Spermogonien bedeckt waren. Weiter konnte der Versuch leider nicht fortgesetzt werden, da wiederum die Pflanzen braun und welk wurden“. Die Identität des Pilzes mit *P. (Thymi-)Stipae* ist durch diesen Versuch noch nicht bewiesen, da mehrfach, namentlich bei *Gymnosporangium*, Fälle bekannt geworden sind, dass Pilze auf Pflanzen, die nicht ihre eigentlichen Aecidienwirte sind, doch Spermogonien hervorbringen können. Ich lasse daher die Frage nach der Identität oder Verschiedenheit einstweilen offen.

Die Pilze auf *Stipa, Salvia* und *Thymus* gehören der Steppenflora an (vgl. Kap. XI, S. 101 u. 102).

Ein Vorkommen von Aecidien auf *Salvia nutans* L. neben *Stipa Lessingiana* Trin. et Rupr. in der Steppe bei Tschertkowo (Gouv. Charkow, Russland) wurde bereits in Kap. XI, S. 102 erwähnt. Im Anschluss daran sei noch auf die von Nawaschin (Übers. Leistung. Bot. Russl. 1892. publ. 1894. 146) beschriebene *Puccinia Wolgensis* auf *Stipa pennata* L. verwiesen.

Puccinia perplexans Plowr.

Plowright (Bot. Gaz. 9. 1884. 132; Quart. Journ. Micr. Science 25. 1885. 164; Brit. Ured. 180) säte die Sporidien einer *Puccinia*, die bei Kings Lynn auf *Alopecurus pratensis* L., *Arrhenatherum elatius* M. et K. und *Poa* sp. (?) auftrat, anscheinend von allen drei Nährpflanzen (?) mit Erfolg auf *Ranunculus acer* L. Dagegen wurden *Lonicera Periclymenum, Ribes Grossularia, Lycopsis, Symphytum, Borrago* und *Pulmonaria* sp. nicht infiziert. Die Aecidiosporen brachten auf *Alopecurus pratensis* und *Arrhenatherum elatius* Uredo- und Teleutosporen hervor und waren auf *Lolium perenne, Dactylis glomerata, Poa trivialis, nemoralis, pratensis, compressa* ohne Wirkung.

In Brit. Ured. 180 gibt Plowright indessen nur *Ranunculus acer* und *Alopecurus pratensis,* nicht *Arrhenatherum* und *Poa* als Nährpflanzen an; anscheinend hat sich der Erfolg auf *Arrhenatherum* nicht bestätigt.

Bei Versuchen mit *Uromyces Dactylidis* und *Puccinia Magnusiana* wurde auf *R. acer* kein Erfolg erhalten (s. diese Pilze).

Die von Plowright im Freien gesammelten Uredosporen hatten Paraphysen, die in der Kultur erhaltenen nicht.

Dietel (Hedwigia 1889. 278) bestätigte den Zusammenhang durch erfolgreiche Aussaat der Aecidiosporen von *Ranunculus acer* auf *Alopecurus pratensis.*

Juel (Bot. Centralbl. 45. 1891. 274) beobachtete bei Stockholm eine „zweifellos“ zu Aecidium auf *Ranunculus acer* gehörende *Puccinia* auf *Alopecurus pratensis* mit Paraphysen um die Teleutosporenlager und ohne Paraphysen in den Uredolagern.

Bei eigenen Versuchen gelang es mir 1901, *Alopecurus pratensis* mittels Aecidiosporen zu infizieren, während *Arrhenatherum elatius* pilzfrei blieb (Klebahn, Kulturv. X. 145 [41]), und 1903 *Ranunculus acer* mittels der Teleutosporen zu infizieren, wobei *R. auricomus, repens* und *bulbosus* pilzfrei blieben.

Es scheint daher, als ob nur *Alopecurus pratensis* L. (vielleicht noch andere *Alopecurus*-Arten?) und *Ranunculus acer* L. Nährpflanzen

der *P. perplexans* sind. Über den morphologisch ähnlichen Pilz auf *Arrhenatherum* siehe *Pucc. Arrhenatheri.*

Puccinia Vilfae Arth. et Holw.

Arthur (Bot. Gaz. 29. 1900. 274) wurde durch Lillian Snyder auf das Zusammenvorkommen der *Puccinia Vilfae* auf *Sporobolus longifolius* (Torr.) Wood mit *Aecidium verbenicola* Kell. et Sw. auf *Verbena stricta* Vent. aufmerksam gemacht. Es gelang nicht, die im Freien gesammelten Teleutosporen (überwintert?) zum Keimen zu bringen; dagegen wurden durch Aussaat der Aecidiosporen von *Verbena stricta* auf *Sporobolus longifolius* Uredolager erhalten (zwei Versuche).

Später wurden auch mittels der Teleutosporen *Verbena stricta* Vent. und *V. urticifolia* L. erfolgreich infiziert (Arthur, Bot. Gaz. 35. 1903. 16).

Bei der mikroskopischen Untersuchung fand sich eine auffallende Übereinstimmung im Bau der Uredo- und Aecidiosporen. Beide Sporenarten sind oval, mit farblosen Wänden, an der Spitze stark verdickt und nicht stachelig, sondern „papillose". Vgl. *Puccinia peridermiospora* und Kap. XVI, S. 168. Abbildungen der Uredosporen (und Teleutosporen) in Arthur and Holway (Bull. Lab. Nat. Hist. State Univ. Iowa 4. 1898 Taf. VI).

Der dem Pilze 1897 von Dietel gegebene Name *P. Sydowiana* ist schon 1880 von Zopf für einen Pilz auf *Lophanthus* gebraucht worden und muss daher fallen. In Bot. Gaz. 35. 1903 verwirft Arthur aber auch den Namen *P. Vilfae* wieder und nennt den Pilz nach dem Aecidium *P. verbenicola* (Kell. et Sw.) Arth.!

Puccinia Agrostis Plowr.[1])

Plowright (Gard. Chron. 8. 1890. 41; Journ. Roy. Hort. Soc. 12. 1890. CIX; Grevillea 21. 1893. 109) fand bei Lewes in Sussex und am Lake Windermere in Westmoreland eine *Puccinia* auf *Agrostis alba* L. und *A. vulgaris* With. neben *Aecidium Aquilegiae* Pers. auf *Aquilegia vulgaris* L., infizierte mittels überwinterter Teleutosporen *Aquilegia* und mittels der Aecidiosporen *Agrostis alba.* Auch Soppitt infizierte *Aquilegia* und mittels der Aecidiosporen *Agrostis vulgaris.*

E. Jacky (Schweiz. Bot. Ges. 11. 1899. [18]) fand das Aecidium auf *Aquilegia alpina* L. und Teleutosporen auf *Agrostis alba* in Wallis und führte erfolgreiche Kulturen in beiden Richtungen aus.

---

[1]) In Gard. Chron. ist Soppitt als Autor angegeben, bei der Diagnose in Grevillea ist kein Autor genannt.

Puccinia borealis Juel.

Juel (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1894. 411) beobachtete in Gebirgsgegenden von Norwegen und Schweden neben dem *Aecidium Thalictri* Grev. auf *Thalictrum alpinum* L. Uredo- und Teleutosporen auf zwei Gräsern, in einigen Fällen auf *Agrostis borealis* Hartm., in anderen Fällen auf *Anthoxanthum odoratum* L. Es gelang auch, mittels der Aecidiosporen eine Infektion auf *Agrostis borealis* hervorzurufen.

Im folgenden Jahre erzog Juel (Öfv. 1896. 216) mittels keimender Teleutosporen Aecidien auf *Thalictrum alpinum.*

Mittels des Pilzes auf *Anthoxanthum odoratum,* der denselben Bau hat, wie die *Puccinia* auf *Agrostis borealis,* gelang es nicht, *Thalictrum* zu infizieren.

Auf *Thalictrum alpinum* lebt noch ein zweites Aecidium, *Aec. Sommerfeltii* Johanson, das von dem obigen morphologisch verschieden ist, siehe *Puccinia septentrionalis.* Vgl. ferner *Puccinia Thalictri-Elymi* und *persistens,* die Aecidien auf *Thalictrum*-Arten bilden.

Die biologisch einer *Micropuccinia* entsprechende *P. rhytismoides* Johans. auf *Thalictrum alpinum* hat denen der *P. borealis* sehr ähnliche Teleutosporen (Juel, Öfversigt etc. 1896. 217). Vgl. Kap. XVI.

Puccinia Calamagrostis Sydow.

P. Sydow gab 1892 in „Uredineae“ Nr. 662 und „Mycotheca Marchica“ Nr. 3518 eine *Puccinia* auf *Calamagrostis neglecta* Fr. und in „Uredineae“ Nr. 650 und „Mycotheca Marchica“ Nr. 3517 ein Aecidium auf *Ranunculus Lingua* L. mit der Bemerkung heraus (Ured. 662), dass Kulturversuche die Zugehörigkeit des Aecidiums auf *Ranunculus Lingua* zu *Pucc. Calamagrostis* ergeben hätten. Genaueres scheint über die Versuche nicht publiziert worden zu sein. Einer brieflichen Mitteilung des Herrn Sydow zufolge (vom 20. April 1894) sind die Aussaaten in beiden Richtungen mit Erfolg ausgeführt worden, während auf *Phragmites communis* die Aussaat der Aecidiosporen ohne Wirkung blieb.

Magnus (Hedwigia 33. 1894. 81) erklärt die Kombination Sydow's für „nicht zutreffend“, gibt allerdings für diese Behauptung keine Begründung.

Puccinia amphigena Dietel.

Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 20) beobachtete mehrfach *Aecidium Smilacis* Schw. auf *Smilax herbacea* L. neben *Puccinia amphigena* auf *Calamovilfa longifolia* (Hook.) Hack., zuerst 1883, und bewies 1902 den

Zusammmenhang durch eine erfolgreiche Aussaat der Teleutosporen auf *Smilax herbacea* L. und *S. hispida* Mühl.

Abbildung der Uredo- und Teleutosporen in Arthur and Holway, Bull. Lab. Nat. Hist. State Univ. Iowa 5. 1902. Taf. 3. Fig. 51. Nähere Beziehungen zu den *Phalaris*-Puccinien scheinen nicht vorhanden zu sein. Verbreitung von Michigan und Illinois bis Kansas und Montana.

Puccinia Arrhenatheri (Klebahn) Erikss.

J. Peyritsch fand nach Magnus (Ber. naturw.-med. Ver. Innsbruck 1892/93. [17]) bei Innsbruck eine *Puccinia* auf *Arrhenatherum elatius* M. et K. in der Nähe von *Berberis*-Sträuchern, die den Hexenbesenrost trugen, und erhielt durch Aussaat der Aecidiosporen auf *Arrhenatherum* eine reichliche Uredoentwickelung. Der entstandene Pilz ist Plowright's *Puccinia perplexans* ähnlich. Peyritsch nannte denselben im Manuskript *Puccinia Magelhaenica* nach dem damals für das Aecidium gebräuchlichen Namen (*Aec. Magelhaenicum* Berk., s. unten).

Eriksson (Beitr. z. Biol. 8, 1. 1898. 1—16) vermutete zuerst einen Zusammenhang des Hexenbesenrosts mit Getreiderost (S. 5) und stellte dann, nachdem er neben befallenen Berberitzen eine *Puccinia* auf *Arrhenatherum* gefunden hatte (S. 6), zunächst erfolglos (1891), später aber mit gutem Erfolge (Mai 1895) Aussaaten der Aecidiosporen auf *Arrhenatherum elatius* an (S. 11); auf *Avena flavescens* trat dagegen kein Erfolg ein (S. 13). Aussaatversuche in entgegengesetzter Richtung wurden damals nicht ausgeführt, weil sich die Teleutosporen weder im Herbst, noch nach Überwinterung zur Keimung bringen liessen. Eriksson identifiziert den Pilz auf *Arrhenatherum* mit der von mir (Klebahn, Abh. nat. Ver. Bremen 12. 1892. 366) beschriebenen *P. perplexans* Plowr. f. *Arrhenatheri*.

Trotzdem der Pilz heteröcisch ist, vermutet Eriksson, dass die Aecidiosporen die Aecidiengeneration reproduzieren können, und zwar auf Grund der folgenden Versuche: Am 28. Juni 1891 wurden auf 6 Topfexemplaren von *Berberis* eine Anzahl junger Langtrieb- und Kurztriebsprosse mit keimenden Aecidiosporen besät. Die Pflanzen standen 2 bis 3 Tage unter Glocken, darauf bis zum 21. Juli im Gewächshause, dann im Freien. Mai 1892 war keine Infektion nachweisbar, 1893 wurde nicht untersucht, Ende Mai 1894 zeigte eine der Pflanzen völlig entwickelten Hexenbesenrost, Mai 1895 noch zwei andere. Die „rostigen Blattrosetten“ fanden sich an „Zweigen, die aus infizierten Schösslingen herausgewachsen waren“, aber nicht „an denjenigen Knospen oder Zweigen, die aus den infizierten Knospen direkt entstanden“ waren, sondern

„an den Zweigen, die aus dem noch höher gelegenen Teile des Langtriebes vom Frühjahr 1891 entstanden“ waren, „welcher Teil um diese Zeit noch keine eigentlichen Blätter entwickelt hatte“. Eriksson hält es für möglich, „dass das Mycelium aus den infizierten Knospen in den Hauptzweig hinein gedrungen sei, um dann diesem bis in die Spitze zu folgen“ (nach S. 7 und 8, zum Teil wörtlich). Das Mycel soll nämlich das Vermögen haben, im Cambiumgewebe weiter zu wachsen; man vergleiche jedoch hierzu die nachfolgend besprochenen Untersuchungen von Magnus.

Ein schwer wiegendes Bedenken gegen die Schlussfolgerung Eriksson's, dass die Infektion der Berberitzen auf die Aecidiosporen zurückzuführen sei, bildet, abgesehen von der Tatsache, dass bisher noch bei keinem heteröcischen Rostpilze eine „wiederholte Aecidienbildung“ zur Beobachtung gelangt ist (Kap. V, a), der Umstand, dass die Versuchspflanzen zwischen der Impfung und dem Auftreten des Erfolges sich eine lange Zeit hindurch im Freien befunden haben. Eriksson gibt selbst an, dass *Puccinia Arrhenatheri* auf dem „Experimentalfält“ und in der Nähe desselben vielfach vorkomme, und dass auch der Hexenbesenrost auftrete. Der Pilz dürfte also in wirtswechselnder Weise dort leben, und eine im Freien eingetretene Infektion der Versuchsberberitzen ist also keineswegs ausgeschlossen.

Aus demselben Grunde scheint mir auch die Vermutung Eriksson's (S. 12), dass der Rost auf *Arrhenatherum* sich ohne Wirtswechsel erhalten könne, nicht genügend begründet zu sein. Allerdings wäre es möglich, dass der Pilz im Uredozustande überwinterte; aber dies ist keineswegs bewiesen, nicht einmal untersucht. Das sich wiederholende Auftreten des Pilzes im Freien könnte aber auch durch das regelmässige Stattfinden des Wirtswechsels seine Erklärung finden. Eriksson bezieht sich auch auf Plowright's und meine Angaben über das Vorkommen des Pilzes in England und bei Bremen. Bei Bremen wurden nur die Uredo- und Teleutosporen, nicht das Aecidium gefunden (Klebahn l. c.). Dies beweist aber nicht, dass das Aecidium dort nicht vorkommt. Ausserdem habe ich den Pilz nicht, wie Eriksson (S. 11) sagt, „als eine Art mit fehlendem Aecidiumstadium (eine *Hemipuccinia*)“, beschrieben, sondern ihn ausdrücklich als Form der morphologisch sehr ähnlichen heteröcischen *P. perplexans* angereiht, von der ich ihn ohne Kenntnis seiner Biologie nicht zu trennen wagte. Übrigens wäre auch noch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, dass der Bremer Pilz nur morphologisch mit der *Puccinia* des Hexenbesenrosts übereinstimmte und ein ganz anderes Aecidium hätte. Leider wird sich dies kaum noch ermitteln lassen, da der Fundort durch die Erweiterung der Stadt inzwischen zerstört worden ist. Später

hat Eriksson (Beiträge zur Biologie 8, 2. 1901. 111) weitere Untersuchungen über den Hexenbesenrost veröffentlicht. Es ist ihm nicht gelungen, neue Infektionen der Berberitze mittels der Aecidiosporen zu erzielen, und er äussert nun selbst einige Bedenken gegen seine früheren Versuchsergebnisse.

Dagegen berichtet er jetzt über erfolgreiche Infektionen der Berberitze mit überwinterten Teleutosporen von *Pucc. Arrhenatheri*. Die Sporidien wurden — das Verfahren ist nicht genauer angegeben — auf entwickelte junge Blätter und auf die im Zentrum der Blattrosetten befindlichen jungen Knospen übertragen. Nach 2—3 Wochen traten in vielen Fällen Spermogonien auf, Aecidien zeigten sich nach 40 Tagen, nur auf den infizierten Blättern und nur sehr spärlich. Im folgenden Jahre waren an den Stellen, wo die Zentralknospe infiziert worden war, fast in allen Fällen Blattrosetten vorhanden, die in der charakteristischen Weise verändert und mit Aecidien bedeckt waren. Auch in einigen Fällen, wo nur die entwickelten Blätter infiziert worden waren, hatten sich kranke Rosetten gebildet. Vermutlich waren auch in diesen Fällen Sporidien auf die jungen Zentralknospen gelangt, da ein Hineingelangen des Mycels aus dem Blatt durch den Blattstiel in die Knospen nicht sehr wahrscheinlich ist. Im zweiten Sommer nach der Infektion zeigten sich vielfach rostige Rosetten an den Längstrieben, welche inzwischen aus den infizierten Knospen hervorgegangen waren. Der Pilz gelangt also aus den infizierten Pflanzenteilen in die sich daraus entwickelnden jüngeren. Dagegen findet anscheinend ein Hineinwachsen des Mycels aus den infizierten Teilen in benachbarte ältere nur in sehr beschränktem Maasse statt; einen Fall teilt Eriksson mit, wo der Pilz aus einer Rosette in eine allerdings sehr nahe benachbarte hinübergegangen zu sein schien (120). Die Entwickelung der befallenen Pflanzenteile erfährt durch den Reiz, den der Pilz ausübt, zunächst eine Förderung, es zeigen sich lebhafteres Wachstum und reichere Verzweigung, auf Kosten der benachbarten nicht infizierten Teile. Später tritt ein Zustand von Schwäche ein, an dem die befallenen Teile zuletzt zu Grunde gehen.

Im Anschluss an das Vorstehende mag erwähnt sein, dass von Fischer (Entw. Unt. 49) und Eriksson (Beitr. z. Biol. 8, 1. 1898. 3) ausgeführte Versuche, mittels der Sporidien von *Puccinia graminis* Hexenbesen auf der Berberitze zu erziehen, ohne Erfolg blieben. Es können zwar eigentümlich deformierte Knospen oder Achsenteile entstehen (Fischer l. c. Taf. I, Fig. 4), aber diese sterben noch in derselben Vegetationsperiode ab. Ich habe selbst derartige Deformationen bei Versuchen mit *P. graminis* wiederholt erhalten.

Über das Mycel des Hexenbesenrosts finden sich ausser bei Eriksson auch Angaben in den Schriften von Magnus; die Resultate dieser beiden Autoren weichen nicht unwesentlich von einander ab. Eriksson (Beitr. z. Biol. 8, 1. 1898. 4) hatte angegeben, dass er in jungen infizierten Trieben ein intracellulares Mycel im Cambium gefunden habe, während das Mycel der Blätter intercellular sei. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 148) gab daraufhin eine genaue Beschreibung des in der Rinde und im Marke vorhandenen Mycels und bestritt das Vorkommen von Mycel im Cambium. Infolge einer Erwiderung Eriksson's (Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 228), der Magnus' abweichende Resultate als Folge der Untersuchung von Spiritusmaterial ansah, kam Magnus (Ann. of Bot. 12. 1897. 155) noch einmal auf den Gegenstand zurück, nachdem er lebendes Material untersucht hatte. Ich entnehme aus seiner Darstellung folgendes in wörtlicher Übersetzung (159): „Das Mycel wächst immer zwischen den Zellen und gibt Haustorien in dieselben ab. Im ersten Frühling wächst das überwinternde Mycel in die sich entwickelnden Knospen und bildet Spermogonien und Aecidien an der ganzen Oberfläche der ersten Blätter. In denjenigen Kurztrieben, welche zu Zweigen mit langen Internodien auswachsen, wächst das Mycel direkt in das Mark und wächst dann mit dem Meristem weiter. Dies findet gleichfalls im Frühling statt. Von diesem Markmycel wachsen Stränge nach aussen, aber diese dringen nicht in die Blätter ein. Sie gelangen durch die Markstrahlen in das primäre Rindenparenchym, und besonders durch die Öffnungen im Holzcylinder, wo die jungen Blätter abgegeben werden, zu den Achselknospen, von wo das Mycel im nächsten Frühjahr in die sich zuerst entwickelnden Blätter eindringt. Wenn die Zweige des Hexenbesens in die Dicke wachsen, breitet sich das Mycel vom primären Rindenparenchym in das Phloem aus. Sowohl im primären Rindenparenchym wie im Phloem werden die vom Mycel befallenen Zellenstränge mehr oder weniger vollständig von einer zylindrischen Korkbildung eingeschlossen und dadurch von dem weniger befallenen Gewebe getrennt". Über Eriksson's intracellulares Mycel im Cambium schreibt Magnus (159): „ . . . seine Zeichnung erinnert mehr als an irgend etwas anderes an junge Cambiumzellen mit horizontalen Querwänden, deren Inhalt durch Plasmolyse kontrahiert ist". Magnus gibt auch eine Abbildung solcher plasmolysierter Cambiumzellen. Wenn man dieselbe mit Eriksson's Abbildung vergleicht, ist allerdings ein Zweifel kaum möglich, dass es sich um denselben Gegenstand handelt; dafür spricht auch der Umstand, dass Eriksson ausserhalb der vermeintlichen Hyphen kein Protoplasma mehr darstellt und auch von den Hyphen sagt, dass sie mehr nackten Plasmabändern als wandumkleideten Fäden

gleichen. Auf die Rolle, welche die Farbstoffe des Rostpilzes und der Berberitze in dieser Angelegenheit spielen, mag hier nur verwiesen sein. Eine Erwiderung Eriksson's gegen die erwähnten Äusserungen von Magnus (1898) ist nicht erfolgt.

Was die Benennung und die systematische Stellung des Hexenbesenrosts der Berberitze betrifft, so hat Magnus (Ann. of Bot. 12. 1898. 155) festgestellt, dass der europäische Pilz keineswegs, wie man bisher meinte, mit demjenigen identisch ist, der zuerst an der Magellanstrasse auf *Berberis ilicifolia* Forst. beobachtet und als *Aecidium Magellanicum* Berk. *(Magelhaenicum)* beschrieben wurde. Er ist vielmehr eine selbständige Form und müsste als Aecidium *Aec. graveolens* Shuttlew. heissen. In Patagonien und Chile kommt ausserdem noch *Aecidium Jacobsthalii Henrici* Magn. auf *Berberis buxifolia* Lam. vor (vgl. auch Magnus. Deutsch. Bot. Ges. 15. 1897. 270).

Über einige eigene Versuche mit dem Hexenbesenrost der Berberitze sei kurz folgendes bemerkt (Klebahn. Kulturv. X. 146 [42]): Im Juni 1901 säte ich Aecidiosporen gleichzeitig auf *Arrhenatherum elatius*, sowie auf die jungen Triebe dreier Berberitzen und hielt die Pflanzen mehrere Tage unter Glocken. Auf *Arrhenatherum* traten nach 11 Tagen Uredolager auf, was die Keimfähigkeit des Materials beweist. Die Berberitzen haben bis jetzt (Sommer 1903) keine Infektion gezeigt.

Puccinia peridermiospora (Ellis et Tracy) Arthur.

Arthur (Bot. Gaz. 29. 1900. 275) stellte fest, dass *Puccinia peridermiospora* auf *Spartina cynosuroides* Willd. (gewöhnlich in amerikanischen Herbarien als *P. Phragmitis* bezeichnet) ähnliche Uredosporen habe, wie *Pucc. Vilfae* (s. diese). Er suchte dann nach Aecidien mit ähnlichem Bau der Sporen und fand *Aecidium Fraxini* Schw. Hierauf wurde eine Vermutung in Betreff des Wirtswechsels begründet. Es wurden dann mittels Teleutosporen aus zwei verschiedenen Gegenden (Iowa und Nebraska) im Mai Aussaaten auf *Fraxinus viridis* Michx. (= *lanceolata* Borck.) ausgeführt und im Juni Aecidien erhalten.

Beschreibung und Abbildungen, welche auch die Beziehung der Aecidiosporen zu den Uredosporen zeigen, finden sich bei Arthur, Bot. Gaz. 34. 1902. 6—11. Dort werden als weitere Wirte (ohne Kulturversuche) genannt: *Fraxinus americana* L., *Pennsilvanica* Marsh., *nigra* Marsh., *Spartina glabra* Mühl., *polystachya* Willd., *patens* Mühl. Der Name des Pilzes wird in *P. Fraxinata* (Lk.) nach dem Aecidium geändert. Der Pilz ist einer der häufigsten unter den amerikanischen Grasrosten; auch das Aecidium, das an Roestelia erinnert, ist häufig.

Das Uredostadium hat nur kurze Dauer (Arthur and Holway, Bull. Lab. Nat. Hist. State Univ. Jowa 5. 1902. 324).

Puccinia Bartholomewii Diet.

Auf Grund der Beobachtungen von W. H. Long, der in Texas wiederholt *Puccinia Bartholomewii* auf *Atheropogon curtipendulus* Fourn. = *Bouteloua curtipendula* Torr. und *Aecidium Jamesianum* Pk. auf *Asclepiodora decumbens* A. Gray nebeneinander beobachtet und den Zusammenhang vermutet hatte, unternahm Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 18) Aussaatversuche mit Teleutosporen und erhielt auf *Asclepias incarnata* L. und *A. syriaca* L. Spermogonien und Aecidien, während *Apocynum cannabinum* nicht infiziert wurde. Arthur schreibt *P. Bartholomaei* und ändert den Namen später um in *P. Jamesiana* (Pk.).

Abbildungen der Uredo- und Teleutosporen in Arthur and Holway, Bull. Lab. Nat. Hist. State Univ. Iowa 5. 1902. Taf. IX. Fig. 59. Der Pilz soll auch auf *Bouteloua oligostachya* Torr., *hirsuta* Lag. und *Leptochloa dubia* Nees auftreten.

Puccinia Sesleriae Reichardt.

Der Zusammenhang der *Puccinia Sesleriae* mit einem Aecidium auf *Rhamnus saxatilis* wird von Reichardt (Verh. zool.-bot. Ges. Wien 27. 1877. 841) angegeben. Die in Betracht kommende Stelle lautet wörtlich: „. . . einerseits erzeugten die Teleutosporen der genannten *Puccinia* auf den Blättern von *Rhamnus saxatilis* Jacq. (natürlich durch Vermittelung von Promycelien und Sporidien) ein Spermogonien sowie Aecidien tragendes Mycelium; andererseits keimten die Sporen des genannten Aecidiums auf den Blättern von *Sesleria coerulea* Ard. und bildeten ein Pilzlager, welches die Uredo- und Teleutosporen der in Rede stehenden *Puccinia* produzierte.“ Auf den Kalkbergen bei Wien sollen beide Generationen gemeinschaftlich vorkommen.

v. Wettstein (Verh. zool.-bot. Ges. 38. 1888. 161) macht indessen darauf aufmerksam, dass *Rhamnus saxatilis* in den Gebieten in Steiermark, wo *Puccinia Sesleriae* auf *Sesleria „Kerneri“* auftritt, fehle, und dass andererseits das Aecidium auf *Rh. saxatilis* gerade an solchen Orten am häufigsten vorkomme, wo auch das sonst sehr ähnliche Aecidium auf *Rhamnus cathartica* nicht selten sei, z. B. in Niederösterreich bei Baden, Mödling usw. Bubák (Verh. zool.-bot. Ges. 1898. 2) gibt an, dass *P. Sesleriae* auch in Böhmen vorkomme, wo *Rhamnus saxatilis* fehle, und bezweifelt daraufhin die Richtigkeit der Versuche Reichardt's, der vielleicht unreines Material bei seinen Versuchen verwendet habe.

Entscheidend sind diese Gründe natürlich ebensowenig, wie der von Bubák angeführte theoretische Grund, dass die Teleutosporen von *P. Sesleriae* nicht die zahnförmigen Fortsätze der Kronenroste besitzen (vgl. die im allgemeinen Teil in Kap. XVI erwähnte Theorie Dietel's). Es sind also neue Versuche nötig, namentlich mit Material von Reichardt's Standorten. Verwiesen sei noch auf die Korrektur der Reichardt'schen Messungen durch Dietel (Hedwigia 1889. 179) und Bubák (l. c.).

Peyritsch fand nach Magnus (Nat.-med. Ver. Innsbruck 21. 1892/93. [17]) das Aecidium von *P. Sesleriae* auf *Rhamnus pumila* L. am Arlberg (Tirol).

Puccinia Phragmitis (Schum.) Körn.

Die Lebensgeschichte der *Phragmites*-Puccinien ist erst nach mehrfachen Irrtümern aufgeklärt worden. Zuerst erzog Winter (Hedwigia 14. 1875. 115) aus Teleutosporen von *Phragmitis communis* Trin. das *Aecidium Rumicis* (Gmel.) Pers. auf *Rumex Hydrolapathum* Huds., sowie aus Aecidiosporen die *Puccinia* auf *Phragmites*: es geht aber aus seinen Angaben nicht hervor, welche der auf *Phragmites* lebenden Arten er verwendet hat. Einige Jahre später bemerkt Winter (Hedwigia 19. 1880. 106), dass die Aecidien auch noch auf anderen *Rumex*-Arten vorkommen müssen, weil nicht überall *R. Hydrolapathum* in der Nähe der *Puccinia* vorhanden sei; er nennt *Rumex Acetosa* und *obtusifolius*.

Stahl (s. Schroeter, Beitr. z. Biol. 3, 1. 65) wiederholte 1876 den Versuch mit der *Puccinia*, welche die kurzen, breiten, braunen Streifen bildet (nicht der, welche die schmalen, langen, schwarzen Linien bildet).

Schroeter (l. c.) erhielt 1877 durch Aussaat der *P. Magnusiana* Körn. (kleine, schmale Häufchen, keulenförmige, kurzgestielte Sporen), nicht durch Aussaat der *P. Phragmitis* (Schum.) (breite, oft sehr verlängerte, dicke Häufchen, langgestielte, am Grunde meist abgerundete Sporen, ohne Cystiden), auf *Rumex Hydrolapathum* Aecidien. Infolgedessen erscheint in Winter, die Pilze (1. 1884. 221) *P. Magnusiana* als Teleutosporengeneration des *Aecidium Rumicis*. Es muss aber Schroeter trotz der ausdrücklich hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln ein Irrtum widerfahren sein.

Auch Rostrup (Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884. 10) will, und zwar auf *Rheum hybridum* Murr., mittels „*Pucc. Magnusiana*“ Aecidien erhalten haben.

Klarheit brachten erst die Versuche von Plowright (Proc. R. Soc. London 36. 1883. 47; s. auch Hedwigia 1883. 118; Grevillea 11. 52; 12. 36; Bot. Gazette 9. 132; Quart. Journ. Micr. Science 25. 1885. 156).

Plowright zeigte, dass nicht *Puccinia Magnusiana,* sondern *Pucc. Phragmitis* (Teleutosporen mit langen Stielen; braune Uredo ohne Paraphysen) auf *Rumex*-Arten Aecidien erzeuge, und zwar auf *Rumex conglomeratus* Murr., *obtusifolius* L., *crispus* L., *Hydrolapathum* Huds., ausserdem auf *Rheum officinale* Baill., und es gelang ihm umgekehrt, auf *Phragmites* Uredo- und Teleutosporen der *Puccinia Phragmitis* mittels der Aecidiosporen von *Rumex crispus* zu erziehen. Dagegen brachte *Pucc. Phragmitis* keinen Erfolg hervor auf *Ranunculus repens* L. und *Ficaria* L. (s. *Pucc. Magnusiana*), sowie auf *R. Acetosa* (s. *P. Trailii*).

Ich selbst habe die Aussaat von *P. Phragmitis* auf *Rumex*-Arten mehrfach mit Erfolg wiederholt, und zwar auf *Rumex crispus* (Kulturv. I. 337 [21], sowie auf *Rheum officinale* und *Rumex crispus* gleichzeitig (Kulturv. VI. 26 [35]). Auch E. Fischer (Entw. Unters. 50) hat Aussaaten gemacht auf *Ranunculus repens, Rumex Acetosa, R. obtusifolius* und *R. crispus* und dabei nur auf *R. obtusifolius* und *R. crispus* Erfolg gehabt. Bei einem Versuche erhielt Fischer allerdings auch auf *Ranunculus repens* einen schwachen Erfolg; er schiebt aber die Schuld auf eine Verunreinigung des Materials mit *Pucc. Magnusiana.* Über eine Mischung des Pilzes mit *P. Trailii* vgl. diese Art.

Mit nordamerikanischem Material hat Arthur (Botan. Gazette 29. 1900. 269) *Rumex crispus* und *obtusifolius* erfolgreich infiziert. Merkwürdigerweise scheint das Aecidium in Amerika bisher nur selten gefunden zu sein (Farlow and Seymour, Hostindex 92). In Schroeter, Pilze Schlesiens 331 ist dann das Aecidium auf *Rumex*-Arten richtig zu *P. Phragmitis* gezogen, während über das Aecidium der *P. Magnusiana* nichts gesagt wird.

Puccinia Trailii Plowr.

Plowright (Quart. Journ. Micr. Science 25. 1885. 171) kam zu dem Ergebnis, dass das Aecidium auf *Rumex Acetosa* L. weder zu *Pucc. Phragmitis* noch zu *P. Magnusiana* gehöre, und vermutete, dass noch eine weitere *Puccinia* auf *Phragmites* vorkomme. Trail fand dieselbe auf, und Plowright (Brit. Ured. 177) zeigte, dass die Sporidien derselben nur auf *Rumex Acetosa* L., nicht auf *R. crispus, obtusifolius* und *Rheum officinale* Aecidien hervorrufen.

Nielsen (s. Rostrup, Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884. 10) hatte bereits 1879 den Zusammenhang zwischen dem Aecidium auf *Rumex Acetosa* und einer *Puccinia* auf *Phragmites,* die damals als *P. Phragmitis* bezeichnet wurde, durch Versuche in beiden Richtungen gezeigt.

Durch gleichzeitige Aussaat einer *Puccinia* von Borgfeld bei Bremen auf *Rumex Acetosa* L. und *R. crispus* L., wobei nur *R. Acetosa* infiziert wurde, habe ich Plowright's Angabe bestätigt (Klebahn, Kulturv. II. 136).

Ein Pilzmaterial, das *P. Phragmitis* und *P. Trailii* gemischt enthielt, lag mir 1902 vor. Dasselbe infizierte gleichzeitig *Rumex Acetosa* und *R. domestica* (Kulturv. XI. 47).

Morphologisch sind *Pucc. Phragmitis* und *P. Trailii* wohl kaum zu unterscheiden; die Teleutosporen von *P. Trailii* sollen nach Plowright (Brit. Ured. 177) eine körnige (granular) Membran und derbere (stouter) Stiele haben. Auch *P. obtusata* ist sehr ähnlich, während *P. Magnusiana* und *P. simillima* sich auch morphologisch leicht unterscheiden. Beachtenswert ist die Ähnlichkeit von *P. ornata* Arth. et Holw. auf *Rumex britannicus* mit den Teleutosporen von *P. Phragmitis* und *Trailii* (Kap. XVI).

Puccinia obtusata Otth.

E. Fischer (Entw. Unters. 52 und 108) beobachtete im Kanton Bern neben *Aecidium Ligustri* Strauss eine *Puccinia* auf *Phragmites communis* Trin. und erzog aus derselben Aecidien auf *Ligustrum vulgare* L. Der Pilz stimmt morphologisch mit *Puccinia arundinacea* var. *Phalaridis* Otth = *P. arundinacea* var. *obtusata* Otth[1]) vollkommen überein und unterscheidet sich nur wenig von *Pucc. Phragmitis;* Fischer gibt Abbildungen der Teleutosporen beider Arten.

Später hat Fischer (Schweiz. Bot. Ges. 10. 1900) gezeigt, dass die *Puccinia* nur *Ligustrum,* nicht *Rumex obtusifolius* und *Acetosa,* das Aecidium nur *Phragmites,* nicht *Phalaris arundinacea* infiziert.

Puccinia Magnusiana Körn.

Den Zusammenhang einer auf *Phragmites* lebenden *Puccinia* mit einem Aecidium auf *Ranunculus repens* L. zeigte zuerst Cornu (Compt. rend. 94. 1882. 1732). Er führte die Versuche in einem kleinen Gewächshause aus und brachte die Teleutosporen nur in die Nähe der Versuchspflanzen. Die Keimung der Teleutosporen gelang auffälligerweise im Mai oder Juni nicht, sondern erst im Herbst, und die Aecidien wurden daher im Oktober und November erhalten.

---

[1]) *Pucc. arundinacea* Hedw. var. *obtusata* Otth auf *Arundo Phragmites* in J. G. Trog, Mitteil. naturf. Gesellsch. Bern. 1857. 46 = *Pucc. arundinacea* Hedw. var. *Phalaridis* Otth auf *Phalaris arundinacea* (!) in G. Otth, Mitteil. naturf. Gesellsch. Bern 1865. 175. An beiden Stellen kurze Beschreibungen.

Um welche *Puccinia* auf *Phragmitis* es sich handle, wurde erst durch Plowright im Zusammenhange mit seinen Versuchen über *Pucc. Phragmitis* klargelegt (Quart. Journ. Micr. Science 25. 1885. 156; Brit. Ured. 178; s. auch Bot. Gaz. 9. 1884. 132). Plowright zeigte, dass die *Puccinia,* welche die langen, schmalen, schwarzen Linien bildet, *P. Magnusiana* Körn. (Hedw. 1876. 178; Teleutosporen mit kürzeren Stielen, orange Uredo mit Paraphysen), auf *Ranunculus repens* L. und *R. bulbosus* L. Aecidien hervorruft, während sie auf anderen Ranunkeln (*R. acer, auricomus, Ficaria*), auf *Berberis vulgaris,* sowie auf *Rumex conglomeratus, obtusifolius, crispus, Hydrolapathum* und *Rheum officinale* ohne Wirkung bleibt. Plowright übertrug auch umgekehrt die Aecidiosporen von *Ranunculus repens* und von *R. bulbosus* mit Erfolg auf *Phragmites,* während mit denen von *R. repens* auf *Poa trivialis,* mit denen von *R. bulbosus* auf *Dactylis* kein Erfolg eintrat.

Weitere Versuche wurden von E. Fischer (Arch. scienc. phys. et nat. 28. 1892. 376; Entw. Unters. 50) und mir (Klebahn, Kulturv. I. 337 [21]; IX. 706) ausgeführt. Fischer säte *P. Magnusiana* auf *Aquilegia vulgaris, Rumex Acetosa, Ranunculus acer, R. repens, R. bulbosus,* ich auf *Ranunculus acer, R. repens, R. bulbosus, R. flammula* L., *R. Lingua* L., *R. lanuginosus* L.; Erfolg wurde jedesmal nur auf *R. repens* und *R. bulbosus* erhalten.

Das Aecidium ist morphologisch denen von *Uromyces Poae* und *Dactylidis* völlig gleich (Plowright, Quart. Journ. 155).

Puccinia simillima Arth.

Infolge des Vorkommens eines Aecidiums auf *Anemone canadensis* L. am Fundorte der *Puccinia simillima* auf *Phragmites communis* Trin. stellte Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 20) Aussaaten mittels der Teleutosporen an, die auf *Anemone canadensis* Erfolg hatten, dagegen nicht auf *A. cylindrica, A. virginiana, Pulsatilla hirsutissima* und *Ranunculus septentrionalis.*

Der Pilz unterscheidet sich nur wenig von *P. Magnusiana;* auch die Aecidien ähneln denen auf *Ranunculus repens* und *bulbosus* (Arthur, Bot. Gaz. 34. 1902. 18).

Pucccinia Windsoriae Schw.

Arthur (Bot. Gaz. 29. 1900. 273) fand Aecidien auf *Ptelea trifoliata* L. und Teleutosporen auf *Sieglingia seslerioides* Scrib. (= *Triodia cuprea* Jacq. = *Tricuspis seslerioides* Torr. = „*Windsoria*“) nebeneinander (Vereinigte Staaten) und erzog im Juni durch Aussaat der Aecidiosporen

Uredolager auf *Sieglingia seslerioides*. Der Versuch wurde 1902 wiederholt mit Material, in dessen Nähe das Aecidium nach Angabe des Sammlers nicht vorhanden sein sollte (Arthur, Bot. Gaz. 35. 1903. 16).

Auch Kellermann (Journ. of Myc. 9. 1903. 10) gelang die Infektion von *Ptelea*, während er auf *Impatiens parviflora, Lycopus sinuatus* und *Pentstemon pubescens* keinen Erfolg erhielt.

Puccinia australis Körn.

Pazschke (Hedwigia 33. 1894. 84) fand im Mai 1892 bei Bozen in der Nachbarschaft von Stöcken der *Diplachne serotina* Lk., die reichlich *Puccinia australis* Körn. trugen, ein Aecidium auf *Sedum reflexum* L., welches bald darauf von Dietel als *Aecidium erectum* beschrieben wurde. Im folgenden Jahre zeigte Pazschke durch eine grosse Zahl von Aussaatversuchen mit Material von Bozen, dass die überwinterten Teleutosporen im Mai auf *Sedum reflexum* Spermogonien und Aecidien hervorrufen. Auch Dietel hat (nach Pazschke) einige Versuche ausgeführt und dabei ausser auf *S. reflexum* auch auf *S. acre* L. und *boloniense* Lois., aber viel spärlicher, Aecidien erhalten.

Aecidien auf *Sedum* gehören auch zu *Pucc. longissima*, siehe diese.

Puccinia Moliniae Tul.

Nach Rostrup (Bot. Tidsskr. 2. R. 4. 1874. 10 (dänisch) und 237 (französisch)) besteht ein Zusammenhang zwischen einer *Puccinia* auf *Molinia coerulea* und einem Aecidium auf verschiedenen Orchideen. Der genannte Autor berichtet, dass er im Freien und ohne Anwendung von Glasglocken durch Auflegen der mit *Puccinia* behafteten *Molinia*-Blätter das Aecidium erhalten habe, und zwar auf *Orchis mascula* L. in einem Walde und auf *O. majalis* Reichenb. (= *O. latifolia* L.) auf einer Wiese, an Stellen, wo vorher *Aecidium Orchidearum* Desm. niemals beobachtet worden war. Dagegen ergab die Aussaat der Aecidiosporen auf *Molinia coerulea* Mönch kein bestimmtes Resultat.

Da *Aecidium Orchidearum* nach meinen Versuchen an vielen Orten sicher mit einer *Puccinia* auf *Phalaris* in Verbindung steht (s. *Pucc. Orchidearum-Phalaridis*), andererseits eine *P. Moliniae* morphologisch gleiche *Puccinia* (s. *P. nemoralis*) nach Juel Aecidien auf *Melampyrum* bildet, wäre eine Bestätigung der Angaben Rostrup's durch andere Forscher sehr erwünscht. Bei Plowright's Versuchen (Brit. Ured. 179), dem es nicht gelang, *Molinia* mit Aecidiosporen zu infizieren, dürfte das Aecidium von *P. Orchidearum-Phalaridis* vorgelegen haben, und zwar

um so eher, als an der betreffenden Lokalität *Pucc. Moliniae* nicht vorhanden war (Irstead, England). Das bei meinen Versuchen 1893 verwendete Teleutosporenmaterial auf *Molinia* aus dem Hasbruch in Oldenburg (Klebahn, Kulturv. II. 138) dürfte *P. nemoralis* gewesen sein. Ein Material aus Jütland, das ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. E. Rostrup verdanke, von einer Stelle, wo viele Orchideen wachsen, *Melampyrum* aber im Umkreise von mehreren Meilen kaum vorkommt, und wo auch *Phalaris* nicht gefunden wurde, erwies sich leider nach der Überwinterung als nicht genügend keimfähig und brachte weder auf Orchideen, noch auf *Melampyrum* Erfolg.

Als eine Bestätigung des Zusammenhangs kann einstweilen nur eine Beobachtung von Schroeter angeführt werden (Pilze 1. 332), wonach an einem Orte in Schlesien (Lüben: Krummlinde) Aecidien auf Orchideen und *Puccinia* auf *Molinia* beisammen vorkommen sollen; ferner scheint v. Tavel (Schweiz. Bot. Ges. 3. 1893. 103) nach seinen Angaben über das gemeinsame Auftreten von *Molinia* mit Orchideen keinen Zweifel an der Richtigkeit des Zusammenhanges zu haben (vgl. Kap. XI, S. 98).

Puccinia nemoralis Juel.

Juel (Öfv. k. Vet. Akad. Förh. 1894. 503) beobachtete in Schweden wiederholt eine *Puccinia* auf *Molinia coerulea* Mönch vom Typus der *Pucc. Moliniae* Tul. neben Aecidien auf *Melampyrum pratense* L. und wies den Zusammenhang durch mehrere Aussaatversuche mittels der Sporidien nach, wobei Spermogonien und auch Aecidien erhalten wurden. Juel vermutet, dass die Aecidien auf *Mel. cristatum* L. und *Mel. nemorosum* L. dieselbe Biologie haben.

Die Richtigkeit des Zusammenhangs habe ich an deutschem Material (Hamburg), gleichfalls durch Aussaat der Sporidien auf *Melampyrum pratense,* bestätigt (Klebahn, Kulturv. VIII. 402).

Die von Juel vorgenommene Vergleichung seines Pilzes mit Rostrup'schem Originalmaterial der *P. Moliniae* ergab nur sehr geringe Unterschiede, die zu einer morphologischen Unterscheidung jedenfalls nicht ausreichen.

Das Aecidium soll ausser auf den genannten Wirten noch auf *Orchis incarnata* L., *maculata* L., *purpurea* Huds., *Listera ovata* R. Br., *Platanthera chlorantha* Custer, *Epipactis latifolia* (Rostrup, Vid. Meddel. naturh. Foren. 1889. 243) und *Platanthera bifolia* Reichenb. (Schröter, Pilze Schlesiens) auftreten.

Puccinia longissima Schroeter.

Schon Schroeter (Pilze Schlesiens 381) fand, dass die Keimschläuche des *Endophyllum Sedi* (DC.) Lév. von *Sedum acre* L., *boloniense* Lois. und *reflexum* L. keine Sporidien abschnüren, und bezeichnete den Pilz daher als *Aecidium*. Bubák (Centr. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 126 und 919) bestätigte die Angabe Schroeter's durch Keimungsversuche mit Sporen von *S. boloniense* und durch den Nachweis des Wirtswechsels des Pilzes. An den Fundorten fanden sich *Andropogon Ischaemon* L. und *Koeleria gracilis* Pers. neben den Aecidien. Die Aussaat der Sporen von *S. acre* und *boloniense* auf *Koeleria gracilis* rief auf dieser Pflanze Uredobildung hervor. Später wurden im Freien auf *K. gracilis* Uredo- und Teleutosporen und auf *K. glauca* DC. Uredosporen gefunden. Der erhaltene und gefundene Pilz stimmt mit Schroeter's *P. longissima* (Pilze Schles. 339) überein.

Schroeter gibt auch *K. cristata* Pers. als Nährpflanze an (Schlesien).

Vgl. auch *P. australis* mit Aecidien auf *Sedum*.

Puccinia subnitens Dietel.

Nach Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 19) beobachtete Rev. J. M. Bates in Nebraska ein regelmässiges Zusammenvorkommen des Aecidiums auf *Chenopodium leptophyllum* (Moq.) Nutt. (*Aec. Ellisii* Tr. et Gall.) mit dem Roste auf *Distichlis spicata* (L.) Greene. Arthur bewies den Zusammenhang durch Aussaat der Teleutosporen von *Distichlis* auf *Chenopodium album* L., wobei Spermogonien und Aecidien erhalten wurden.

Puccinia Poarum Nielsen.

Nielsen (Bot. Tidsskr. 3. R. 2. 1877. 26) erzog (zuerst 1874) auf *Poa annua* L., *P. trivialis* L., *P. nemoralis* L., *P. fertilis* Host und *P. pratensis* L. Uredo- und Teleutosporen durch Aussaat der Aecidiosporen von *Aecidium Tussilaginis* Pers. und 1875 auf *Tussilago Farfara* L. Aecidien aus Teleutosporen von *Poa annua*. Auf *Secale cereale, Triticum vulgare, Hordeum distichum, Bromus mollis, Lolium perenne* und *Phleum pratense* brachten die Aecidiosporen keinen Erfolg hervor; dagegen wurde mittels der Uredosporen von *Poa trivialis* auf *Secale cereale* eine schwache Infektion erzielt, von der ich aber vermuten möchte, dass sie auf einer Störung des Versuchs beruht habe. Nielsen (S. 30) gibt ausserdem noch *Poa compressa* L. als Nährpflanze an, während *P. sudetica* Haenke den Pilz nicht trägt.

Plowright (Grevillea XI. 52; Brit. Ured. 169) erzog Uredosporen auf *Poa annua* aus den Aecidiosporen.

Zusammenvorkommen der beiden Pilze wurde mehrfach beobachtet, so von Winter (Hedwigia 1880. 105) und von mir bei Bremen, Hamburg und in Thüringen. Bei einem einmal vorgenommenen Aussaatversuch mit Teleutosporen erhielt ich auf *Tussilago* nur eine einzige Infektionsstelle, so dass ich nichts darüber publiziert habe. Es dürfte vielleicht nützlich sein, das Studium der Pilze auf *Tussilago* und *Poa* wieder aufzunehmen.

Nach v. Lagerheim (Tromsö Mus. 16. 1893. 124) überwintert *P. Poarum* im Uredozustande bei Tromsö. Nach der Schneeschmelze trifft man Uredo auf den *Poa*-Blättern zu einer Zeit, wo *Tussilago* noch keine Blätter hat. Teleutosporen werden nur spärlich gebildet, und das Aecidium tritt dort selten auf. Hier liegt also vielleicht auch ein Fall vor, wo die Teleutosporenbildung durch das Nichteintreten des Wirtswechsels beeinflusst wird. (Vgl. Kap. VI, S. 53.)

Die Zugehörigkeit des Aecidiums auf *Petasites officinalis* Mnch., das einige Autoren, z. B. Nielsen l. c. 35, Magnus (Ber. naturw.-med. Ver. Innsbruck 21. 1892/93. [17]) und Bubák (Verh. zool. bot. Ges. 1898. 13) hierher stellen, zu *P. Poarum* ist zwar möglich, aber keineswegs bewiesen.

Puccinia Festucae Plowr.

Plowright (Gard. Chron. 8. 1890. 42; Journ. Roy. Hort. Soc. 12. 1890. CIX; Grevillea 21. 1893. 109) fand nach zahlreichen Bemühungen und Versuchen, die Teleutosporen des *Aecidium Periclymeni* Schum. zu finden, wobei *Molinia coerulea, Poa compressa* und *pratensis, Anthoxanthum odoratum, Nardus stricta, Luzula* sp. vergeblich besät wurden, eine der *P. coronata* Corda ähnliche *Puccinia* auf *Festuca ovina* an Stellen, wo *Lonicera Periclymenum* mit dem Pilze behaftet war, und bewies den Zusammenhang 1890 durch erfolgreiche Aussaat der Aecidiosporen auf *Festuca ovina* L. und *F. duriuscula* L. und durch Aussaat der Teleutosporen auf *Lonicera Periclymenum* L.

Durch Aussaat der Aecidiosporen auf *Festuca ovina* (Klebahn, Kulturv. II. 138) und durch Aussaat der erhaltenen Teleutosporen auf *Lonicera Periclymenum* (Kulturv. III. 150) habe ich die Angaben Plowright's bestätigt. Der Erfolg überraschte mich, da ich selbst, ehe mir Plowright's Entdeckung bekannt wurde, an Aecidienstandorten gerade auch auf *Festuca ovina* vergeblich nach Teleutosporen gesucht hatte. Bei meinen Versuchen waren der Erfolg und die Vermehrung des

Pilzes auf *Festuca ovina* sehr spärlich, der Erfolg der Aussaat des erhaltenen spärlichen Teleutosporenmaterials auf *Lonicera* aber ausserordentlich reichlich. Der Pilz auf *Festuca* ist wenig auffällig. Vielleicht erklärt sich so die Seltenheit oder das seltene Gefundenwerden der *Puccinia* und die verhältnismässig grosse Häufigkeit des Aecidiums.

Mit demselben oder wenigstens einem sehr nahe verwandten Pilze hat E. Fischer (Naturf. Gesellsch. Bern 28. April 1894; Entw. Unters. 57) Versuche angestellt; er säte eine *Puccinia* von *Festuca rubra* L. var. *fallax* Hack. auf *Lonicera nigra, Rhamnus cathartica* und *Frangula Alnus* und erhielt nur auf *Lonicera nigra* L. Erfolg.

Als weitere Wirte des Aecidiums findet man angegeben: *Lonicera Xylosteum* L., *coerulea* L., *alpigena* L. (Winter, Pilze 1. 264), *L. flava* Sims (Farlow and Seymour, Hostindex 53). Die Zugehörigkeit der Aecidien dieser Pflanzen zu *P. Festucae* bedarf der Prüfung.

Puccinia persistens Plowr.

Über den Nachweis des Zusammenhangs zwischen *P. persistens* auf *Agropyrum repens* Beauv. mit einem Aecidium auf *Thalictrum flavum* L. schreibt Plowright (Brit. Ured. 1889. 181): „Die Teleutosporen wurden „Juni 1888 auf totem Grase vom voraufgehenden Sommer gefunden, sie „keimten, und als sie auf eine Pflanze von *Thalictrum flavum* gebracht „wurden, die in meinem Garten seit 1884 wuchs, erschien bald darauf „das Aecidium. Im Juli 1888 wurden die Aecidiosporen auf eine Pflanze „von *Triticum repens* gebracht und erzeugten die Uredo in zwölf Tagen.“ Aussaaten der Aecidiosporen auf *Arrhenatherum elatius* Mert. et Koch hatten keinen Erfolg.

Rostrup (Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1898. 273; Bot. Tidsskr. 21. 40) kann den Zusammenhang „infolge seiner Beobachtungen bestätigen“.

Mit einer *Puccinia* auf *Poa nemoralis* L. var. *firmula* Gaud., die er im Oberengadin mit Aecidien auf *Thalictrum minus* fand, hat E. Fischer (Entw. Untersuch. 58) Versuche angestellt. Die Aussaaten ergaben Aecidien auf *Thalictrum aquilegifolium* L., *Th. minus* L. und in geringerer Menge auf *Th. foetidum* L.; *Aquilegia vulgaris* blieb pilzfrei. Das Verhältnis des Pilzes zu *Puccinia persistens*, zu der Fischer den Pilz einstweilen stellt, und zu *P. borealis* ist genauer zu untersuchen. Abbildungen der Teleutosporen bei Fischer l. c.

Mit Aecidien auf *Thalictrum* stehen noch in Verbindung *P. borealis*, *(Thalictri-)Elymi* und *septentrionalis*.

Auf folgenden weiteren *Thalictrum*-Arten sind Aecidien beobachtet worden: *Th. Jacquinianum* Koch (Winter), *angustifolium* Jacq.

(Schroeter), *Cornuti* L., *dioicum* L., *Fendleri* Engelm., *purpurascens* L. (Farlow and Seymour).

Puccinia (Clematidi-)Agropyri Ellis et Everhart.

Dietel (Oesterr. bot. Zeitschr. 42. 1892. 261) beobachtete die zuerst aus Montana (Nordamerika) bekannt gewordene *Puccinia Agropyri* Ell. et Ev. auf *Agropyrum glaucum* Roem. et Schult. bei Bozen (Tirol) in der Nachbarschaft des *Aecidium Clematidis* DC. auf *Clematis Vitalba* L. und bewies den Zusammenhang im Mai 1892 durch erfolgreiche Aussaat keimender Teleutosporen auf *Clematis*, wobei Spermogonien und Aecidien erhalten wurden.

Cornu (Compt. rend. 94. 1882. 1731) hatte bereits früher darauf hingewiesen, dass im Süden das Aecidium auf *Clematis* in Begleitung einer Uredo auf *Agropyrum* vorkomme.

G. v. Lagerheim (Tromsö Museum 16. 1893. 106) führt das Zusammenvorkommen der beiden Pilze bei Alt-Breisach (Baden) und in Ecuador zur Bestätigung der Angaben Dietel's an.

Die von Rathay (Verh. zool.-bot. Ges. 31. 1881. 16) auf Grund einiger im Freien ausgeführter Versuche ausgesprochene Vermutung, dass *Aecidium Clematidis* zu *Melampsora populina* gehören könnte, dürfte infolge der obigen Versuche und des Umstandes, dass zu *Melampsora* bisher nur Caeoma-Aecidien bekannt geworden sind, zu verwerfen sein.

Ob die Aecidien auf *Clematis Viticella* L., *recta* L. (Winter, Pilze 1. 270), *Cl. ligusticifolia* Nutt, *virginiana* L. (Farlow and Seymour, Hostindex 2) denselben Entwickelungsgang haben, bleibt zu prüfen.

Puccinia Actaeae-Agropyri E. Fischer.

E. Fischer (Bot. Centralbl. 83. 1900. 75) fand in Wallis neben Aecidien auf *Actaea spicata* L. eine *Puccinia* vom Typus der *P. persistens* auf *Agropyrum caninum* Roem. et Schult. und erzog mittels der Teleutosporen das Aecidium auf *Actaea*. Eine daneben wachsende gleiche *Puccinia* auf *Poa nemoralis* L. brachte diesen Erfolg nicht.

Auf Agropyrum-Arten lebt ausser den drei hier erwähnten Arten noch *P. agropyrina* Eriksson, deren Aecidien noch nicht bekannt sind (s. oben).

Puccinia Impatienti-Elymi Arth.

Nach Arthur (Bot. Ges. 35. 1903. 18) ist *Aecidium Impatientis* Schw. auf *Impatiens aurea* Mühl. in den östlichen Vereinigten Staaten sehr häufig. Nach längerem vergeblichen Suchen gelang es, in *Elymus*

virginicus L. den Teleutosporenwirt zu finden. Die zugehörigen Uredo- und Teleutosporen gehören zum Typus der *P. Rubigo vera.* Der Zusammenhang wurde durch erfolgreiche Aussaat der Teleutosporen auf *Impatiens aurea* bewiesen. Vergebliche Aussaaten wurden auf *Ambrosia trifida* und *Napaea dioica* gemacht.

Puccinia (Thalictri-)Elymi Westend.

Rostrup (Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1898. 269) beobachtete an der Küste von Seeland und Falster, dass sich in der Nähe von *Elymus arenarius* L., der mit *Rostrupia Elymi* behaftet war, stets Ende Juni oder Anfang Juli Aecidien auf *Thalictrum minus* L. fanden, und es gelang ihm, aus Aecidiosporen auf *Elymus* Uredosporen zu erziehen.

Lagerheim (Journ. de Bot. 1. Juni 1889) hat *P. Elymi* besonders wegen der meist mehrzelligen Teleutosporen zum Vertreter einer besonderen Gattung gemacht, *Rostrupia Elymi* (Westend.) Lagerh. Synonym ist auch *Puccinia triarticulata* Berk. et Curt. (Proceed. americ. Acad. of Arts and Sciences 1862). Vgl. auch *P. persistens, borealis* und *septentrionalis,* mit Aecidien auf *Thalictrum.*

Puccinia Caricis (Schum.) Rebent.

Magnus (Verh. Bot. Ver. Prov. Brand. 1872. S. XI. s. auch Sitzungsb. 16. 1874. 23; Sitz. Ges. nat. Freunde 1873. 75) erzog zuerst 1872 auf *Carex hirta* L. die *Puccinia* aus Sporen des *Aecidium Urticae* Schum. von *Urtica dioica* L.

Ungefähr gleichzeitig beobachtete Schroeter (Schles. Ges. f. vaterl. Kult. 1873. 103; Beitr. z. Biol. 1, 3. 4—6) unabhängig von Magnus das Eindringen der Sporidienkeimschläuche der *Puccinia* von *Carex hirta* in die Blätter von *Urtica dioica* und erzog auf dieser Pflanze Spermogonien und Aecidien (schon im Februar). Die Rückinfektion gab kein völlig sicheres Resultat. Später erwähnt Schroeter, ohne Einzelheiten anzugeben, dass er auch mittelst Teleutosporen auf *Carex riparia* Curt., *C. acutiformis* Ehrh., *C. pendula* Huds. (Beitr. z. Biol. 3, 1. 67) und *C. Pseudocyperus* L. (Pilze 1. 328) Aecidien auf *Urtica* erhalten habe.

Bestätigende Versuche über den Zusammenhang des Aecidiums auf *Urtica dioica* mit der *Puccinia* auf *Carex hirta* wurden ausgeführt von Cornu (Bull. soc. bot. France 1880. 209; Compt. rend. 91. 1880. 98), Plowright (Grevillea 11. 52; Quart. Journ. micr. Science 25. 1885. 167; Journ. Linn. Soc. 24. 1888. 93; Brit. Ured. 170) und Bubák (Verh. naturf. Ver. Brünn 36. 1898. 3). Cornu scheint aber bei der Übertragung auf

Carex riparia und *acutiformis* keinen Erfolg gehabt zu haben (s. das folgende).

E. Fischer (Entw. Unters. 47) erzog das Aecidium auf *U. dioica* aus Teleutosporen von *Carex ferruginea* Scop. Verschiedene Compositen, die gleichzeitig besät wurden, blieben immun.

Eine indische Form wurde von Barclay (Sci. Mem. by med. Offic. of the Army of India 2. 1886. 29—38) untersucht und als var. *Himalayensis* bezeichnet.[1]) Das Aecidium lebt auf *Urtica parviflora* Roxb., die Uredo- und Teleutosporen auf *Carex setigera* Don. Der Generationswechsel wurde „lückenlos durch Kulturversuche festgestellt" (nach Dietel, Hedwigia 29. 1890. 270 und Sydow im Botan. Jahresbericht).

Mit amerikanischem Material haben Arthur und Kellermann Versuche gemacht. Arthur (Bot. Gaz. 29. 1900. 270) infizierte *Carex stricta* mit *Aecidium Urticae* (ohne Angabe des Ursprungs). Kellermann (Journ. of Myc. 9. 1903. 9—10) infizierte *Urtica gracilis* Ait. mit Teleutosporen von *Carex riparia,* wobei *Impatiens biflora, Pentstemon pubescens, Rumex crispus, Sambucus canadensis, Oenothera biennis* pilzfrei blieben, und ferner dieselbe *Urtica*-Art mit Teleutosporen von *C. stricta,* wobei *Impatiens biflora* pilzfrei blieb. *Aecidium Urticae,* durch Impfung erhalten, aber Ursprung nicht angegeben, infizierte *C. riparia* nicht.

Meine eigenen Versuche wurden durch den Umstand veranlasst, dass mein Material von *Puccinia Pringsheimiana* (s. diese) mehrere Male mit der weit häufigeren *Puccinia Caricis* verunreinigt war, und dass infolgedessen die Frage nach dem Verhältnis der beiden Pilze zu einander entschieden werden musste. *Carex acuta* L. und *C. Goodenoughii* Gay ergaben sich dabei als neue Wirte; Aecidien aus Material von *Carex acuta* infizierten *C. Goodenoughii* (Klebahn, Kulturv. II. 86), die aus den Teleutosporen von *C. Goodenoughii* erhaltenen Aecidien wieder *C. acuta* (Kulturv. III. 78 und 79). Dieses Material brachte auch auf *Urtica urens* L. Erfolg (IV. 267). Die aus *Aecidium Urticae* in drei verschiedenen Jahren auf *Carex acuta* bezw. *Goodenoughii* erzogenen Teleutosporen infizierten niemals *Ribes Grossularia* (III. 78; IV. 267; VII. 152 [38]). Ebensowenig wurde auf *R. nigrum, rubrum, sanguineum, aureum* Erfolg erhalten (VII. 152 [38]). Es gelang auch nicht, mit den Aecidiosporen dieses Materials *Carex hirta* zu infizieren (VI. 20 [29]; VII. 37).

[1]) In Ludwig, Lehrbuch der niederen Kryptogamen (1892. 411) ist dieser Pilz in folgender Weise angegeben: „*P. setigera* Barcl., *Urtica parviflora, Carex, Himalaya.*"

Weitere Versuche habe ich mit Teleutosporen auf *Carex acutiformis* (V. 328) und *Carex hirta* (V. 328; VI. 20 [29]; VII. 152 [38]; XI. 47) angestellt. Beide Materialien waren ohne Erfolg auf *Ribes Grossularia* und *R. nigrum,* während *Urtica dioica* reichlich infiziert wurde. Die Aussaat der Aecidiosporen aus Teleutosporen von *C. hirta* brachte Erfolg auf *Carex hirta,* aber nicht auf *C. acuta* (VI. 20 [29]; VII. 152 [37]) und *C. acutiformis* (VII. 152 [38]). Versuche mit Aecidien aus Teleutosporen von *C. acutiformis* sind noch nicht ausgeführt worden.

Aus diesen Beobachtungen muss man auf das Vorhandensein mehrerer biologisch verschiedener Formen innerhalb der *P. Caricis* schliessen. Auch Fischer (Schweiz. Bot. Ges. 11. 1901) teilt eine Beobachtung mit, die in diesem Sinne spricht; neben infizierter *Carex hirta* standen andere *Carex*-Arten pilzfrei da. Nach den vorliegenden Tatsachen lassen sich einstweilen unterscheiden:

1. **P. Urticae-Acutae** auf *Carex acuta* L. und *C. Goodenoughii* Gay (vielleicht auch auf *C. stricta* Good.).
2. **P. Urticae-Hirtae** auf *Carex hirta* L.
3. Weitere Formen, die genauer zu prüfen sind, wahrscheinlich auf *C. acutiformis, riparia, Pseudocyperus* usw.
4. **Puccinia Urticae** var. **Himalayensis** Barclay auf *Urtica parviflora* Roxb. und *Carex setigera* Don.

In der Literatur werden noch *Urtica pilulifera* L., *cannabina* L. und eine Reihe von *Carex*-Arten als Wirte von *Puccinia Caricis* genannt. Es ist aber kaum zu bezweifeln, dass viele der hierher gestellten Puccinien einen abweichenden Entwickelungsgang haben.

Nach Magnus (Verh. Bot. Ver. Prov. Brand. 27. 1885. S. XVIII) kann *P. Caricis* auf *Carex hirta* im Uredozustande überwintern (vgl. Kap. VI, S. 50).

Eine den Teleutosporen morphologisch ähnliche *Leptopuccinia* auf *Urtica* hat Barclay beschrieben (s. Kap. XV, S. 175).

Puccinia Pringsheimiana Kleb.

Die Frage nach dem Wirtswechsel des Stachelbeerrostes *Aecidium Grossulariae* Pers. wurde von mir zuerst 1892 systematisch in Angriff genommen, und zwar durch Aussaat der Aecidiosporen auf eine Reihe von Gramineen und Cyperaceen. Dabei ergab sich Erfolg auf *Carex Goodenoughii* Gay (Klebahn, Kulturv. I. 1892. 341 [25]). Im nächsten Jahre wurden Aussaaten mit den auf *Carex Goodenoughii* erzogenen, sowie mit im Freien auf *Carex acuta* L. in der Nachbarschaft stark infizierter Stachelbeeren gesammelten Teleutosporen gemacht (Kulturv. II.

48; Vorl. Mitt. Zeitschr. f. Pflanzenkr. 3. 1893. 199). Dabei ergab sich zwar eine reichliche Infektion von *Ribes Grossularia*, aber zugleich eine Infektion von *Urtica dioica* L., dem Aecidienwirte der *Puccinia Caricis*, so dass nun die Frage zu entscheiden war, ob die Teleutosporen des *Aecidium Grossulariae* mit *Puccinia Caricis*, der sie morphologisch sehr ähnlich sind, identisch seien oder nicht. Deshalb wurde versucht, sowohl aus den Aecidiosporen von *Ribes Grossularia*, wie aus den Aecidiosporen von *Urtica* reines Teleutosporenmaterial auf *Carex acuta* zu erziehen.

Bei der Ausführung dieser Versuche ergaben sich mehrere Schwierigkeiten, teils weil anscheinend sehr leicht durch die Aecidiosporen oder Uredosporen von *P. Caricis* eine Verunreinigung eintreten kann und meine Isolierungsmassregeln nicht genügten, teils weil spontane Infektionen — die beiden Pilze waren in jenen Jahren sehr häufig — die Resultate störten. Später wurden daher sämtliche Versuchspflanzen vom Austreiben der Knospen an bis zum Ende des Versuchs im Gewächshause gehalten. Reines Material von *P. Pringsheimiana* wurde zuerst 1893 auf *Carex Goodenoughii* erhalten (Kulturv. III. 77); das 1894 auf *Carex acuta* erzogene erwies sich in einigen Teilen als rein (IV. 266); endlich wurde 1895 ein Material auf *Carex acuta* erhalten, welches in mehreren Versuchsreihen *Ribes Grossularia* sehr reichlich infizierte und auf *Urtica dioica* keine Spur einer Infektion hervorbrachte, also völlig rein war (V. 324). Damit war zugleich endgültig erwiesen, dass *Puccinia Pringsheimiana* eine selbständige Art ist.

Wesentlich leichter gelang es, aus den Aecidien auf *Urtica* Teleutosporen zu erziehen, die nur *Urtica*, nicht *Ribes Grossularia* infizierten (Kulturv. IV. 267). Auch im Freien gesammelte Materialien infizierten in mehreren Fällen nur *Urtica*. Vgl. *Puccinia Caricis*.

Eine Bestätigung dieser Ergebnisse geben einige Versuche von H. T. Soppitt (Gard. Chron. 24. 1898. 145). Teleutosporen von *Carex acuta* infizierten *Ribes Grossularia*, nicht *Urtica*. Die Aecidiosporen infizierten *Carex Goodenoughii*, nicht *C. glauca, leporina, hirta*. Auch ein von Herrn Soppitt mir zugesandtes Material auf *C. acuta* infizierte nur *Ribes Grossularia*, nicht *Urtica* (Kulturv. V. 325).

Im Freien gesammelte Materialien dürften aber vielfach mit *P. Caricis* gemischt sein. Dies war z. B. mit einem Material von der Veddel bei Hamburg der Fall, das mir 1901 vorlag (X. 145 [41]).

Später mit *Puccinia Pringsheimiana* ausgeführte Versuche hatten zunächst die Feststellung der verschiedenen möglichen Nährpflanzen zum Zwecke.

Ein Material auf *Carex stricta* L. aus der Prignitz infizierte 1898 und 1899 (Kulturv. VII. 148 [34]; VIII. 388) *R. Grossularia*, *R. rubrum* L., *R. alpinum* L., *R. aureum* Pursh und *R. sanguineum* Pursh, das letztgenannte, sowie auffälligerweise *R. rubrum* nur schwach; dagegen blieb *R. nigrum* L. bei allen Versuchen völlig immun, wie es sich auch schon bei den wenig zahlreichen früheren Versuchen (II. 85; III. 76) immun gezeigt hatte. Die Aecidiosporen liessen sich leicht auf *Carex stricta* und *C. acuta* zur Weiterentwickelung bringen.

Mittels eines in Holstein auf *R. Grossularia* gesammelten Aecidienmaterials konnten gleichfalls *C. acuta* und *C. stricta*, sowie ausserdem *C. caespitosa* L. infiziert werden; die letztgenannte Art wurde sowohl mittels der Aecidiosporen direkt, wie auch mittels der Uredosporen infiziert (IX. 703; X. 144. [40]). Dagegen liess sich *P. Pringsheimiana* auf *Carex acutiformis* nicht übertragen, weder mittels der Aecidiosporen noch mittels der Uredosporen (IV. 268).

Weitere Versuche gewannen ein besonderes Interesse in Bezug auf die Spezialisierungsverhältnisse bei diesen Pilzen. Die Folgerungen aus diesen Versuchen sind bereits in Kap. XIV und XV verwertet und es mögen daher hier nur kurz die Tatsachen angeführt werden.

Aus Aecidien von *R. Grossularia* auf *Carex stricta* erzogene Teleutosporen (Kulturv. IX. 703) brachten 1901 und 1902 bei sehr reichlicher Anwendung des Aussaatmaterials entgegen früheren Resultaten auch eine Infektion von *Ribes nigrum* hervor (X. 144 [40]; XI. 42). Ebenso verhielten sich auf *C. caespitosa* gezogene Teleutosporen (1902). Der Erfolg auf *R. nigrum* war allerdings äusserst schwach, und es gelang nur ein oder zwei Aecidienlager zur Reife zu bringen, während *R. Grossularia* über und über mit Aecidien bedeckt war und an der Infektion zu Grunde ging. Man kann daher *R. nigrum* nicht eigentlich als Nährpflanze dieses Pilzes bezeichnen; im Freien dürfte die Infektion gar nicht oder nur äusserst selten eintreten. Aus den spärlichen Aecidien auf *R. nigrum* wurden Uredolager auf *Carex stricta* erzogen und diese möglichst vermehrt. Die erhaltenen Teleutosporen infizierten 1903 *R. Grossularia* äusserst stark, *R. nigrum* nur sehr schwach, in mehreren Versuchen trotz guter Keimung gar nicht. Es gelang diesmal nicht, Aecidien auf *R. nigrum* zur Reife zu bringen, so dass die Hoffnung, den Pilz von dieser Nährpflanze weiter züchten und ihre infizierende Eigenschaft gegen dieselbe verstärken zu können, fehlschlug.

Abbildungen finden sich Kulturv. I. Taf. V, Fig. 9. Kulturv. II. 89; VI. 19 [28].

Das Aecidium der Stachelbeere tritt in manchen Jahren in grossen Mengen auf und gewinnt dadurch, namentlich weil es auch die Beeren selbst befällt und diese unbrauchbar macht, eine gewisse praktische Bedeutung. Eine besonders heftige Epidemie wurde im Jahre 1891 beobachtet (Klebahn, Abh. nat. Ver. Bremen 12. 1892. 371), aber auch in manchen der folgenden Jahre war der Pilz hie und da sehr häufig. Diese Epidemien finden durch das häufige Vorkommen von *Carex acuta, stricta, Goodenoughii* usw. in manchen Gegenden eine einfache Erklärung. Gebiete, wo sumpfiges Land in der Nähe ist, werden besonders zu leiden haben; doch werden die Sporidien anscheinend auch auf weite Entfernung durch den Wind befördert (s. Kap. IV. S. 32). *Ribes rubrum* leidet nicht in gleichem Masse durch den Pilz, wie *R. Grossularia:* ich habe aber im Jahre 1891 auch sehr stark befallene Pflanzen gesehen.

Ob der Pilz auf *Carex* in der Uredogeneration überwintern kann, wäre zu untersuchen. Meine Versuchspflanzen bildeten im Herbst stets reichlich Teleutosporen und keine Uredosporen mehr; dies spricht gegen die Überwinterung. Auch wurde ein spontanes Wiederauftreten des Rosts im nächsten Sommer auf den befallenen Exemplaren nicht bemerkt.

Puccinia depressa auf *Ribes glandulosum* ähnelt nach Dietel den Teleutosporen von *P. Pringsheimiana* (s. Kap. XVI, S. 176).

Puccinia Ribis nigri-Acutae Kleb.

An Stelle eines von Herrn Prof. Magnus erbetenen Materials auf *Carex riparia* Curt. von Finkenkrug bei Berlin, welches *Ribes nigrum* L. infizieren sollte (vgl. *Puccinia Magnusii*), erhielt ich zuerst ein Material auf *Carex acuta* L. vom gleichen Fundorte.

Die in den Jahren 1896—99 angestellten Versuche zeigten, dass dieser Pilz sowohl von *Pucc. Pringsheimiana* wie von *P. Magnusii* verschieden ist (Klebahn, Kulturv. V. 325; VI. 13 [22]; VII. 150 [36]; VIII. 389). *Ribes nigrum* ist der eigentliche Aecidienwirt; ausserdem werden *Ribes alpinum* L., *R. sanguineum* Pursh und *R. aureum* Pursh infiziert, besonders leicht *R. alpinum*. *Ribes Grossularia* wurde von dem Pilze bei einigen Versuchen gar nicht, bei anderen sehr schwach befallen, d. h. die Zahl der Infektionsstellen war verschwindend klein gegen die Zahl der auf *R. nigrum* erhaltenen, und insbesondere ging die Weiterentwickelung der Infektionsstellen langsam und mangelhaft von statten, nur wenige brachten es zu einer spärlichen Aecidienbildung. Aus diesem Grunde, und weil das Aussaatmaterial für die Jahre 1897—99 durch Reinkultur (soweit solche möglich) aus den Aecidien von *Ribes nigrum* gewonnen war, halte ich die Annahme, dass der Pilz ein schwaches

Infektionsvermögen gegen *Ribes Grossularia* besitzt, für wahrscheinlicher, als die, dass der Erfolg auf *R. Grossularia* auf eine Verunreinigung mit *Pucc. Pringsheimiana* zurückzuführen sei.

Die Uredo- und Teleutosporen kommen auch auf *Carex stricta* L. leicht zur Entwickelung (Kulturv. VIII. 389), dagegen gelang es weder mit den Aecidiosporen noch mit den Uredosporen, den Pilz auf *Carex acutiformis* Ehrh., *C. riparia* Curt. und *C. Pseudocyperus* L. zu übertragen.

Puccinia Ribis nigri-Acutae steht *P. Pringsheimiana* auch morphologisch sehr nahe, ist aber in entgegengesetzter Richtung spezialisiert (Abbild. Kulturv. VI. 19 [28]). Es ist auffällig, dass der Unterschied sich nur in Bezug auf *R. Grossularia* und *R. nigrum* zeigt, nicht in Bezug auf die übrigen bisher geprüften *Ribes*-Arten.

Puccinia Magnusii Kleb.

Nachdem meine erste Mitteilung über den Wirtswechsel des *Aecidium Grossulariae* (s. *Puccinia Pringsheimiana*) publiziert war, berichtete Magnus (Naturwiss. Rundschau 1893. 499) in einer Besprechung meiner Arbeit, dass er bereits 1872 aus Aecidiosporen auf *Ribes nigrum* L. eine *Puccinia* auf *Carex riparia* Curt. erzogen, diese Versuche aber nicht fortgesetzt und daher nicht publiziert habe. Da sich feine Unterschiede zwischen *Puccinia Pringsheimiana* und dem von Magnus gezogenen, mir zur Untersuchung übergebenen Material fanden (Klebahn, Kulturv. II. 89; Abbild. Kulturv. VI. 19. [28]) und die Aussaat der *Puccinia Pringsheimiana* auf *Ribes nigrum* ohne Erfolg blieb (III. 77 u. 78), musste geschlossen werden, dass der Pilz auf *Carex riparia* und *Ribes nigrum* selbständig und von *P. Pringsheimiana* verschieden sei.

Herr Prof. Magnus besorgte das Material zur Bestätigung dieses Schlusses von Finkenkrug bei Berlin (s. auch *Puccinia Ribis nigri-Acutae*). Die erhaltenen Teleutosporen auf *Carex riparia* Curt. infizierten 1897 *Ribes nigrum* L. leicht und ausserordentlich reichlich, waren dagegen auf *R. Grossularia* L. und auf *Urtica dioica* L. ohne[1]) Wirkung (Kulturv. VI. 12 [21]). Die Rückübertragung mittels der Aecidiosporen gelang gleich leicht auf *Carex riparia* und *Carex acutiformis* Ehrh., war dagegen auf *C. acuta* ohne Erfolg. Auch mittels der Uredosporen liess sich weder *C. acuta*, noch *C. Pseudocyperus* infizieren. Die auf

---

[1]) Eine auf *R. Grossularia* und *Urtica* aufgetretene, gegen den Erfolg auf *R. nigrum* verschwindend unbedeutende Infektion war, wie Kulturv. VI. 16 [25] gezeigt wurde, auf spontane Infektion zurückzuführen.

Carex riparia erhaltenen Teleutosporen infizierten im folgenden Jahre schon bei spärlicher Anwendung *R. nigrum* leicht und trotz reichlicher Anwendung *R. Grossularia* und *Urtica* nicht (VII. 149 [35]). Durch diese Versuche ist die Verschiedenheit des Pilzes von *Pucc. Pringsheimiana* und *P. Ribis nigri-Acutae* genügend dargetan. Mittels der auf *Carex acutiformis* erhaltenen Teleutosporen wurde festgestellt, dass der Pilz ausser *R. nigrum* auch *R. alpinum* L., *R. aureum* Pursh und *R. sanguineum* Pursh zu infizieren vermag. *Urtica* und *R. Grossularia* blieben auch hier pilzfrei, ausserdem *R. rubrum* (VII. 149 [35]; VIII. 388).

Herr P. Sydow teilte mir brieflich mit (20. April 1894), dass er durch Aussaat von Teleutosporen auf *Carex acutiformis* (Sydow, Uredineae Nr. 818) auf *Ribes nigrum* Aecidien (Sydow, Uredineae Nr. 819) erzogen habe. Die Versuche seien nicht veröffentlicht worden, weil er angenommen habe, dass es sich um *Puccinia Pringsheimiana* handle.

Puccinia Ribesii-Pseudocyperi Kleb.

Eine von Herrn O. Jaap bei Triglitz in der Prignitz aufgefundene *Puccinia* auf *Carex Pseudocyperus* L. infizierte 1899 *Ribes nigrum* L., *R. Grossularia* L., *R. alpinum* L., *R. aureum* Pursh, *R. sanguineum* Pursh (Klebahn, Kulturv. VIII. 1900. 390; daselbst Abbildungen). Die Infektion auf *R. nigrum* war reichlicher und kräftiger als die auf *R. Grossularia,* doch wurden auch auf letzterer reife Aecidien erhalten, und die Rückinfektion von *Carex Pseudocyperus* gelang ebensowohl mittels der Aecidien auf *R. Grossularia* wie mittels derer auf *R. nigrum.* Ausser *Carex vesicaria* L., auf der die Infektion erfolglos blieb (auch bei späteren Versuchen, IX. 703), wurden andere *Carex*-Arten bisher nicht geprüft.

Die in den folgenden Jahren ausgeführten Versuche haben die sich anknüpfende Frage, ob in dem erwähnten Material zwei verschiedene Pilze enthalten waren, von denen der eine nur *Ribes nigrum,* der andere nur *R. Grossularia* infiziert, oder ob es ein einheitliches Material war, das *R. nigrum* und gleichzeitig, wenngleich schwächer, *R. Grossularia* infiziert, noch nicht zu einem befriedigenden Abschlusse gebracht, wenngleich die Versuche mehr für das letztere Verhalten sprechen. Die 1899 erzogenen Reinkulturen waren schlecht keimfähig (IX. 702). Später verwendete Materialien von Triglitz infizierten *R. Grossularia* teils gar nicht, teils schwach, und die entscheidende Weiterkultur des Pilzes von dieser Pflanze war daher bisher nicht möglich. Eine 1902 erhaltene Reinkultur aus Aecidien von *R. nigrum* brachte 1903 auf *R. Grossularia* eine sehr spärliche und sich nicht weiter entwickelnde Infektion, was

aber doch immerhin dafür spricht, dass der *R. nigrum* infizierende Pilz auch *R. Grossularia*, wenngleich schwach, infizieren kann. Ein stärkeres Infektionsvermögen besitzt der *R. nigrum* infizierende Pilz jedenfalls gegen *R. rubrum;* eine Reinkultur aus Aecidien von *R. rubrum* infizierte *R. nigrum* sehr stark (X. 145 [41]; XI. 45). Doch wurde im Verhalten gegen *R. rubrum* eine merkwürdige Ungleichmässigkeit beobachtet, die noch nicht aufgeklärt ist.

Puccinia Ribis nigri-Panniculatae Kleb.

Eine von Herrn O. Jaap bei Triglitz in der Prignitz gesammelte *Puccinia* auf *Carex panniculata* L. infizierte 1899 und 1900 *Ribes nigrum* L. und *R. alpinum* L. reichlich, ausserdem *R. aureum* Pursh und *R. sanguineum* Pursh, nur sehr spärlich *R. rubrum.* Immun blieben *R. Grossularia* L. und *Urtica dioica* L. Die Rückinfektion gelang ausser auf *Carex panniculata* L. auf *C. paradoxa* Willd. (Klebahn, Kulturv. VIII. 1900. 392, mit Abbildungen; IX. 701). Im Sommer 1901 wurde eine reichliche Infektion auf *R. nigrum,* eine schwache, bei der sich die Pilzflecken nicht zu Aecidien entwickelten, ausser auf *R. rubrum* auch auf *R. Grossularia* erhalten (X. 145 [41]). Die letztgenannte Pflanze ist also nicht absolut immun.

Die Pilzgruppe **Puccinia Ribesii-Caricis,** wie ich vorgeschlagen habe, die Gesamtheit der vorstehenden 5 Pilzformen zu bezeichnen (Kulturv. VIII. 395), hat, wie die Versuche zeigen, eine

Puccinia	*Ribes Grossularia*	*R. rubrum*	*R. alpinum*	*R. aureum*	*R. sanguineum*	*R. nigrum*	*Carex acuta*	*C. stricta*	*C. Goodenoughii*	*C. caespitosa*	*C. riparia*	*C. acutiformis*	*C. Pseudocyperus*	*C. panniculata*
Pringsheimiana . .	+!	+	+	+	(+)	(−)	+!	+!	+!	+!	.	—	.	.
Ribis nigri-Acutae .	(—)	—	+	(+)	(+)	+!	+!	+!	.	.	—	—	—	.
Magnusii	—	—	+	+	+	+!	—	.	.	.	+!	+!	—	.
Ribesii-Pseudocyperi	(+)	+	+	+	+	+!	.	.	.	.	.	.	+!	.
Ribis nigri-Panniculatae	(—)	(+)	+	+	(+)	+!	.	.	.	.	.	.	.	+!

Es bedeutet +! stark, + mässig, (+) schwach und unregelmässig, (—) nur unter gesteigerten Bedingungen, — gar nicht infiziert, . keine Versuche gemacht.

doppelte Spezialisierung erfahren, nach den Aecidienwirten und nach den Teleutosporenwirten. Die Trennung nach den Teleutosporenwirten ist scharf, soweit bis jetzt Versuche vorliegen, und wird auch durch feine morphologische Unterschiede gestützt. In Bezug auf die Trennung nach Aecidienwirten sind gewisse Übergänge vorhanden. Die Tabelle (S. 301) stellt die Resultate übersichtlich dar und zeigt auch die noch vorhandenen Lücken. Es ist nicht unmöglich, dass noch weitere derartige Pilze aufzufinden wären.

Puccinia albiperidia Arth.

Aus Teleutosporen von *Carex pubescens* Mühl. erzog Arthur (Journ. of Myc. 8. 1902. 53) auf *Ribes Cynosbati* L. Spermogonien und ein Aecidium, welches sich durch seine weisse Farbe von den tief orange gefärbten, auch in Nordamerika weit verbreiteten Aecidien auf *Ribes*-Arten unterscheiden soll. Im Freien wurde dieses Aecidium nur einmal von E. W. D. Holway in Iowa gefunden. Trocken sind die beiden Aecidien kaum zu unterscheiden.

In der Diagnose heisst es: peridia white, ... spores pale yellow when fresh usw. Die Farbe der durch den Pilz erzeugten Flecken ist nicht angegeben. Die Peridien sind auch bei *Aecidium Grossulariae* weiss, die Sporen sind hier allerdings lebhaft orange. Demnach scheint die Sporenfarbe den eigentlichen Unterschied abzugeben, und der Name *albiperidia* ist vielleicht nicht allzu glücklich gewählt.

Puccinia silvatica Schroeter.

Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 1879. 68) erzog aus überwinterten Teleutosporen einer *Puccinia* auf *Carex brizoides* L. Aecidien auf *Taraxacum officinale* Web. (*Aec. Taraxaci* Schm. et Kunze) und aus den Aecidiosporen Uredo- und Teleutosporen auf *Carex brizoides*. Er nannte die Pilzart *P. silvatica*.

Später ist eine Reihe von Pilzen mit ähnlicher Biologie als *Pucc. silvatica* bezeichnet worden, ohne dass der Beweis der Identität durch Kulturversuche erbracht worden wäre.

Schroeter selbst (Pilze 1. 1887. 328) erzog Aecidien auf *Taraxacum* mittels Teleutosporen von *Carex praecox* Schreb. (C. Schreberi Schrnk.), ferner Uredo- und Teleutosporen auf *Carex brizoides* L. mittels Aecidiosporen von *Senecio nemorensis* L.

Dietel (Oesterr. bot. Zeitschr. 39. 1889. 258) erzog *Aecidium Bardanae* Wint. auf *Lappa officinalis* All. aus Teleutosporen von *Carex brizoides*. Eine Vermutung hierüber findet sich bereits Hedwigia 1888. 303.

Magnus (Ber. naturw.-med. Verein Innsbruck 21. 1891/92. [19]) erzog aus Aecidiosporen von *Crepis* sp. aus der sächsischen Schweiz Uredo auf *Carex brizoides*. *C. ligerica* blieb pilzfrei.

Bei eigenen Versuchen wurden Aecidien auf *Taraxacum* erzogen aus Teleutosporen von einer neben *Taraxacum* gesammelten als *C. arenaria* L. bestimmten *Carex*-Art (Klebahn, Kulturv. I. 336 [20]).

Wagner (Hedwigia 34. 1895. 228) wurde durch vorläufige Versuche auf die Frage nach der Identität der einzelnen Formen geführt. Er fand dann bei weiteren Versuchen, dass gewisse Materialien auf *Carex brizoides* oder *C. silvatica* (bei den einzelnen Versuchen ist die Art nicht genauer angegeben) nur *Lappa officinalis,* andere nur *Taraxacum officinale,* noch andere nur *Senecio Fuchsii* Gmel. und *S. nemorensis* L. infizieren. Er erzog ferner (Deutsch. Bot. Ges. 14. 1896. 213) Teleutosporen aus Aecidien von *Lappa, Taraxacum* und *Senecio nemorensis* gesondert und fand, dass von denselben immer nur diejenige Gattung infiziert wurde, von der das Aecidium stammte.

Zu etwas abweichenden Resultaten kam Dietel (Hedwigia 34. 1895. 230; vgl. auch Wagner, Deutsch. Bot. Ges. 14. 1896. 215). Ein Material von Leipzig, das in Wagner's Versuch nur *Lappa* infiziert hatte, brachte auf *Taraxacum* einen starken, auf *Lappa* einen schwachen Erfolg, doch scheint hier eine Verwechselung der Materialien eingetreten zu sein. Ein anderes Material, von Greiz, in dessen Nähe *Taraxacum* vorkommt, *Lappa* aber fehlt, brachte aber auch auf *Lappa* eine schwache Infektion (Dietel, Ber. naturf. Ges. Leipzig 1895/96. 198). Dietel schliesst auf das Vorhandensein von Gewohnheitsrassen in Magnus' Sinne.

E. Fischer (Entw. Unters. 1898. 45) machte Versuche mit 2 schweizerischen Materialien auf *Carex brizoides* und einem Leipziger Material (auf *Carex brizoides*?). In allen drei Fällen wurde nur *Taraxacum* infiziert, immun blieben *Centaurea montana, C. Scabiosa, Aposeris foetida, Senecio cordatus, Chrysanthemum Leucanthemum, Crepis aurea, C. grandiflora, Cirsium eriophorum, Lappa minor.*

F. Bubák (Verh. naturf. Verein Brünn 36. 1898. 2) erzog aus Teleutosporen auf *Carex pallescens* L. Aecidien auf *Crepis biennis* L.; *Taraxacum* blieb pilzfrei. Auch am Fundorte war *Crepis* infiziert, *Taraxacum* pilzfrei. An einer anderen Stelle beobachtete er Aecidien auf *Taraxacum* neben Teleutosporen auf *Carex pilosa* Scop. und *C. brizoides,* während *Crepis biennis* pilzfrei war.

Wie diese Versuche zeigen und mehrere der Beobachter schon hervorgehoben haben, zerfällt *Pucc. silvatica* wahrscheinlich in mehrere biologisch

verschiedene Formen, von denen sich vielleicht die folgenden vorläufig vermuten lassen: *P. Taraxaci-Brizoidis, P. Senecioni-Brizoidis, P. Bardanae-Brizoides, P. Crepidi-Pallescentis* usw. Indessen sind zur genaueren Feststellung dieser Verhältnisse neue Versuche notwendig.

Über die morphologische Unterscheidung der *P. silvatica* von *P. variabilis* (Grev.) Plowr. (Autoeupuccinia auf *Taraxacum*) ist Juel (Öfv. Vet.-Akad. Förh. 1896. 218) zu vergleichen. Auf *Crepis biennis* lebt auch ein Aecidium, das zu Uredo- und Teleutosporen auf derselben Nährpflanze gehört, *Puccinia praecox* Bubák (l. c. 3); die Aecidien sind etwas verschieden. Die *Carex*-Arten, welche die älteren Beobachter als Wirte von *P. silvatica* nennen, z. B. *C. divulsa, leporina, remota, rigida Goodenoughii, pallescens, panicea, ericetorum, pilulifera, flava, Oederi silvatica, virens* dürften sich wohl nur zum Teil in Bezug auf den Wirtswechsel hier anschliessen.

Puccinia Dioicae Magnus.

Schroeter (Pilze 1. 1887. 330) berichtet, dass er bereits 1880 durch Aussaat der Sporidien der *Pucc. Dioicae* von *Carex dioica* L. auf *Cirsium oleraceum* Scop. Spermogonien erzogen habe. Inzwischen hatte Rostrup (Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884. 16) infolge des wiederholt gemeinschaftlich mit Johanson beobachteten Zusammenvorkommens der *P. Dioicae* mit Aecidien auf *Cirsium palustre* Scop., *lanceolatum* Scop. und *arvense* Scop. zuerst eine Vermutung über die Zusammengehörigkeit der beiden Formen ausgesprochen.

Zahlreiche neue Versuche stellte E. Fischer (Entw. Unters. 8; Vorl. Mitteil. Arch. sc. phys. et nat. 2. 1896) 1892—1894 mit Teleutosporen von *Carex Davalliana* Sm. an. Dabei wurde auf folgenden *Cirsium*-Arten Erfolg erhalten: *C. oleraceum* Scop., *C. ?rivulare* Lk., *palustre* Scop., *C. spinosissimum* Scop., *C. heterophyllum* All. Immun blieben: *Taraxacum officinale, Aposeris foetida, Centaurea montana, Cent. Scabiosa, Senecio cordatus, Chrysanthemum Leucanthemum.*

Juel (Bot. Centr. 64. 1895. 378) fand in Jämtland Aecidien auf *Cirsium heterophyllum* und *Pucc. Dioicae* auf *Carex dioica* dicht nebeneinander; er betrachtet dies als eine Bestätigung des Zusammenhangs. In Gottland fand derselbe Autor (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1896. 221) Aecidien auf *Cirsium palustre* neben Teleutosporen auf *Carex pulicaris* L. und *C. ornithopoda* L.; er vermutet, dass diese beiden *Carex*-Arten zu den Wirten der *Pucc. Dioicae* gehören.

Jacky (Schweiz. Bot. Ges. 9. 1899. 27) erhielt bei mehreren Aussaatversuchen mit Aecidiosporen von *Cirsium oleraceum* ausser auf *Carex*

dioica und *Davalliana* auch auf *C. alba* Scop. Erfolg, aber auf dieser Art bildeten sich keine Teleutosporen. *Carex pulicaris* blieb pilzfrei.

Morphologisch ist *P. Dioicae* der *P. Caricis frigidae* sehr ähnlich. Die Teleutosporen sollen im ganzen etwas schmäler, der Scheitel mehr abgestutzt, zugespitzt oder ungleichseitig sein (Fischer, Entw. Unters. 22, mit Abbildungen).

Ob auch die von den Autoren genannten Arten *Cirsium canum, cano-oleraceum, arvense, lanceolatum* usw. als Wirte der *P. Dioicae* in Betracht kommen, bedarf der Untersuchung.

Puccinia rupestris Juel.

Juel (Bot. Notiser 1893. 51; s. auch Bot. Centralbl. 64. 1895. 377) beobachtete in Jämtland (Schweden) zwei morphologisch unterschiedene Aecidien auf *Saussurea alpina* DC. Das eine, *Aec. Saussureae* Johans. β *rupestre* Juel, fand sich nur im Hochgebirge (in regione betulina et in alpina inferiore), in Gesellschaft einer *Puccinia* auf *Carex rupestris* L., die Juel *P. rupestris* nennt, und zwar unter solchen Verhältnissen, dass der Zusammenhang der beiden Pilze wahrscheinlich war. Später fand Juel die Pilze auch in Norwegen (Lom), und es gelang ihm, die Blätter einer *Carex*-Pflanze mit den Aecidiosporen (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1894. 414), sowie später *Saussurea* mittels der überwinterten Teleutosporen zu infizieren (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1896. 214).

Was das Verhältnis der *Puccinia rupestris* zu der Teleutosporenform des anderen *Saussurea*-Aecidiums, *P. Vaginatae,* betrifft, so bezeichnete Juel die beiden Pilze ursprünglich als einander sehr ähnlich. Später gibt er an, dass sie weniger verwandt seien, als man vermuten könnte. *P. rupestris* bildet dunkle Aecidienflecken mit wenig Aecidien; die Peridienzellen sind klein, Spermogonien fehlen. Promycel und Sporidien haben einen orangefarbenen Inhalt. Bei *P. Vaginatae* sind die Aecidienflecken blass, die Aecidien zahlreich, die Peridienzellen gross, Spermogonien vorhanden. Promycel und Sporidien sind farblos. Von den Peridien gibt Juel (Bot. Not. l. c.) Abbildungen.

Puccinia Solidagini-Caricis Arthur.

Nach vergeblichen Aussaaten mit den Teleutosporen einer *Puccinia* von *Carex Jamesii* Schw. (Nordamerika) auf *Ribes* und *Aster* erhielt Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 21) Spermogonien und Aecidien auf *Solidago canadensis* L. und *S. serotina* Ait., sowie bloss Spermogonien auf *S. ulmifolia* Mühl., *caesia* L. und *rigida* L. Material von *Carex stipata* Mühl.

brachte gleichfalls auf *S. canadensis* und *serotina* Spermogonien und Aecidien.

Arthur schreibt den Namen des Pilzes *P. Caricis Solidaginis.* Es ist aber seit Barclay, der 1891 diese Art der Benennung zuerst in Anwendung gebracht hat *(P. Jasmini-Chrysopogonis)* üblich gewesen, die auf das Aecidium bezügliche Benennung voranzustellen; auch andere Autoren sind dem Beispiele gefolgt. Der Gleichmässigkeit wegen möchte ich daher vorschlagen, die Arthur'schen Namen dem bisherigen Gebrauche anzupassen, was ohne Schwierigkeiten möglich ist.

Puccinia Peckii (de Toni) Kellermann.

Kellermann (Journ. of Mycol. 8. 1902. 20) fand durch Beobachtungen im Freien und Aussaatversuche auf *Oenothera* den Zusammenhang einer in Ohio, Wisconsin, Iowa, Indiana gefundenen *Puccinia* auf *Carex trichocarpa* Mühl. mit *Aecidium Peckii* de Toni auf *Oenothera biennis* L. (*Onagra biennis* Scop.). Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 13) bestätigte den Zusammenhang durch zahlreiche Aussaatversuche mit Teleutosporen von *C. trichocarpa* und auch von *Carex stipata* Mühl. *Sambucus canadensis* und eine Reihe anderer Aecidienwirte wurden nicht infiziert *(Urtica, Anemone, Geranium, Impatiens, Ribes, Xanthium, Aster, Solidago, Erigeron, Leptilon).* Kellermann (Journ. of Myc. 9. 1903. 9) infizierte gleichfalls *Oenothera* mit Erfolg mittels Sporidien von *C. trichocarpa; Sambucus, Urtica gracilis, Impatiens fulva* und *biflora* blieben pilzfrei.

Puccinia Opizii Bubák.

Bubák (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 924) fand bei St. Ivan bei Prag *Aecidium lactucinum* Lagerh. et Lindr. auf *Lactuca muralis* Less. und *Scariola* L. und daneben vorjährige Teleutosporen auf *Carex muricata* L. Aussaat der Aecidiosporen von beiden *Lactuca*-Arten rief auf *Carex muricata* Uredobildung hervor. Aussaat auf die gleichfalls benachbart wachsende *Carex digitata* L. sowie auf *Luzula pilosa* Willd. blieb ohne Erfolg.

Das Verhältnis des Pilzes zu *Puccinia tenuistipes* Rostr. (s. diese) ist weiter zu prüfen. In Bezug auf die von Bubák aufgeworfene Frage, ob zwischen *P. Caricis montanae,* die wie *P. tenuistipes* Aecidien auf *Centaurea* bildet, und *P. Opizii* Beziehungen vorhanden seien, sind auch die Versuche Bandi's unter *P. Caricis montanae* zu vergleichen.

Puccinia tenuistipes Rostr.

Schroeter (Pilze 1. 1887. 329) macht über diesen Pilz folgende kurze Bemerkung: „Ich erhielt seit 1885 öfter durch Aussaat der *Puccinia* „auf *Centaurea* das Aecidium. Ob diese Form von *P. silvatica* spezifisch „verschieden ist, scheint mir noch sehr fraglich.“ Die von Schroeter festgestellten Nährpflanzen sind *Centaurea Jacea* L. und *Carex muricata* L.

Weitere Untersuchungen liegen nicht vor. Plowright (Brit. Ured. 171) hält es für möglich, dass *P. arenariicola* (Aecidien auf *Centaurea nigra*) mit *P. tenuistipes* identisch wäre. Eine dritte Art mit Aecidien auf *Centaurea* ist *P. Caricis-montanae* (s. diese).

Die Teleutosporen sind nach Fischer der *Leptopuccinia Asteris* ähnlich (s. Kap. XVI, S. 175).

Puccinia Vulpinae Schroet.

Schroeter (Pilze 1. 1887. 330) schreibt: „Ich habe seit 1884 durch „Aussaat der Sporidien von *Puccinia Vulpinae* auf *Chrysanthemum* „*Tanacetum* mehrmals die Spermogonien und das Aecidium gezogen.“ (*Aecidium Tanaceti* Rostr., Vid. Medd. fra d. naturh. Foren. 1889. 246).

Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 69) erhielt durch Aussaat einer *Puccinia* von *Carex vulpina* L. auch Spermogonien auf *Achillea Ptarmica* L.; die Versuchspflanzen gingen dann aber zu Grunde, und die Sache wurde nicht weiter verfolgt. Es steht daher nicht fest, ob es sich hier um dieselbe oder um eine andere Art handelt.

Nährpflanzen: *Tanacetum vulgare* L., *Achillea Ptarmica* L.?, *Carex vulpina* L.

Puccinia Asteri-Caricis Arth.

Arthur (Journ. of Mycol. 8. 1902. 54) säte die Teleutosporen einer in Iowa, Indiana usw. auf *Carex foenea* Willd. vorkommenden *Puccinia* mit Erfolg auf *Aster panniculatus* Lam. und *A. cordifolius* L. aus und erhielt Spermogonien und Aecidien, während *Erigeron annuus, Geranium maculatum* und *Solidago canadensis* nicht infiziert wurden. Im folgenden Jahre (Bot. Gaz. 35. 1903. 15) wurde die Aussaat auf *Aster panniculatus* mit Erfolg wiederholt, *Solidago serotina* blieb immun. Arthur schreibt *P. Caricis-Asteris*.

Aecidien auf *Aster* bildet auch *P. extensicola* (s. diese). In Nordamerika sind noch auf *Aster laevis* L., *Lindlayanus* Torr. et Gr., *oblongifolius* Nutt., *sagittifolius* Willd. und *sericeus* Vent. Aecidien beobachtet worden (Farlow and Seymour).

Puccinia Erigeronti-Caricis Arth.

Arthur (Journ. of Mycol. 8. 1902. 54) berichtet über erfolgreiche Aussaat der Teleutosporen von *Carex festucacea* Willd. auf *Erigeron annuus* (L.) Pers.; dasselbe Pilzmaterial war ohne Erfolg auf *Taraxacum officinale.* Später (Bot. Gaz. 35. 1903. 15) hat Arthur den Versuch wiederholt und auch auf *Erigeron philadelphicus* L. und *Leptilon canadense* Britt. (= *Erigeron canadensis* L.) Erfolg erhalten. Der Pilz wurde in Indiana gefunden und ist wahrscheinlich in Nordamerika weiter verbreitet. Arthur schreibt *P. Caricis-Erigerontis.*

Puccinia Schoeleriana Plowr. et Magn.

Plowright (Quart. Journ. Micr. Science 25. 1885. 167; kurze Notiz auch Journ. of Botany 22. 1884. 214 und Journ. Linn. Soc. 24. 1888. 90) erhielt durch Aussaat der Teleutosporen einer Puccinia von *Carex arenaria* L. Aecidien auf *Senecio Jacobaea* L. (*Aec. Jacobaeae* Grev., s. Oudemans, Hedwigia 29. 1890. 44) und durch Aussaat der Aecidiosporen Uredo- und Teleutosporen auf *Carex arenaria* L.

Die Verschiedenheit von *Puccinia Caricis* ergab sich durch das Ausbleiben des Erfolges bei der Aussaat des Pilzes auf *Urtica dioica,* sowie durch das Ausbleiben des Erfolges auf *Senecio Jacobaea* bei der Aussaat einer *Carex-Puccinia,* die *Urtica* leicht infizierte. Gegenüber *P. Dioicae* sind gewisse morphologische Unterschiede vorhanden (Plowright, Quart. Journ. l. c. 168). Eine Form von *P. silvatica* bildet Aecidien auf *Senecio nemorensis.* Vgl. auch *P. arenariicola.*

Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn P. Sydow soll *P. Schoeleriana* auch auf *Carex ligerica* Gay vorkommen; Herr Sydow gibt an, er habe Uredo- und Teleutosporen auf *C. ligerica* durch Aussaat der Aecidiosporen von *Senecio Jacobaea* erhalten. (Vgl. *Pucc. Ligericae.*)

Puccinia arenariicola Plowr.

Eine zweite *Puccinia* auf *Carex arenaria* L. beobachtete Plowright (Journ. Linn. Soc. 24. 1888. 90) neben Aecidien auf *Centaurea nigra* L. und bewies (zuerst 1885) den Zusammenhang durch erfolgreiche Aussaatversuche in beiden Richtungen.

Die Verschiedenheit dieses Pilzes von *Pucc. Schoeleriana* und *P. Caricis* (s. diese) wurde durch folgende Versuche gezeigt: *Pucc. arenariicola* infizierte *Centaurea nigra,* nicht *Senecio Jacobaea* L. und *Urtica dioica* L.; *Pucc. Schoeleriana* infizierte *Senecio Jacobaea,* nicht

Centaurea nigra und *Urtica dioica;* eine *Pucc. Caricis* von *Carex* sp.? infizierte *Urtica dioica,* nicht *Centaurea nigra* und *Senecio Jacobaea.*

Aecidien auf *Centaurea*-Arten haben auch *P. tenuistipes* und *P. Caricis montanae.*

Puccinia Ligericae Sydow.

P. Sydow hat 1892 in seinen „Uredineae“ fasc. 14, Nr. 677 und in „Mycotheca Marchica“ Nr. 3534 die Uredo- und Teleutosporen einer *Puccinia* auf *Carex ligerica* Gay, in Uredineae Nr. 676 Aecidien auf *Senecio silvaticus* L. herausgegeben und dieselben als zusammengehörig bezeichnet. Über Versuche scheint nichts publiziert worden zu sein; wie Herr Sydow mir brieflich mitteilt (20. April 1894), sind dieselben in beiden Richtungen mit Erfolg ausgeführt worden, während gleichzeitig *Senecio Jacobaea* L. und *Taraxacum officinale* Web. erfolglos mit den Teleutosporen, *Carex Goodenoughii* Gay und *C. Schreberi* Schrk. erfolglos mit den Aecidiosporen besät wurden.

Das Verhältnis dieses Pilzes zu *P. Schoeleriana* (vgl. *P. Schoeleriana* auf *Carex ligerica*) bedarf wohl noch genauerer Untersuchung.

Puccinia uliginosa Juel.

Juel (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1894. 409) beobachtete 1894 in Norwegen das *Aecidium Parnassiae* Schlecht. auf *Parnassia palustris* L. mehrfach in Begleitung einer *Puccinia* auf *Carex Goodenoughii* Gay, und es gelang ihm, aus Aecidiosporen die Uredo auf *Carex*-Blättern zu erziehen.

Um dieselbe Zeit (1894) beobachtete ich selbst bei Schierbrook in Oldenburg neben Aecidien auf *Parnassia palustris* eine Uredo auf *Carex Goodenoughii* und grub einige der infizierten Pflanzen aus, um die Teleutosporen zur Entwickelung zu bringen. Dies gelang, und mit den Teleutosporen wurde im folgenden Frühjahr *Parnassia* mit Erfolg infiziert (Klebahn, Kulturv. III. 1895. 152; IV. 1895. 262, mit Abbildungen der Uredo- und Teleutosporen).

Gleichzeitig hatte auch Juel denselben Versuch ausgeführt, worüber er Öfv. Vet. Akad. Förh. 1896. 214 berichtet.

Puccinia paludosa Plowr.

Plowright (Brit. Ured. 1889. 174): „Im Juni 1888 fand ich die „Aecidiosporen bei Irstead, Norfolk, in Gesellschaft der vorjährigen Teleuto- „sporen. Die letzteren keimten leicht und brachten, auf *Pedicularis „palustris* übertragen, die Aecidiosporen hervor. Umgekehrt brachten

„die Aecidiosporen, auf *Carex vulgaris* übertragen, Uredo- und Teleuto- „sporen hervor“ (*Aec. Pedicularis* Libosch.).

Durch die Versuche nachgewiesene Nährpflanzen sind *Pedicularis palustris* L. und *Carex Goodenoughii* Gay (= *C. vulgaris* Fries). Ausser diesen erwähnt Plowright noch *Carex stricta* Good., *C. Hornschuchiana* × *flava* (= *C. fulva* Good.) und ? *C. panicea* L., gibt aber nicht an, dass er Versuche damit angestellt habe.

Carex Goodenoughii beherbergt ausser diesem und dem voraufgehenden Pilze noch Formen von *P. (Urticae-) Caricis* und *P. Ribesii-Caricis.*

Puccinia Vaginatae Juel.

Von zwei morphologisch unterschiedenen Aecidien auf *Saussurea alpina* DC., die Juel (Bot. Notiser 1893. 51) in Jämtland (Schweden) beobachtete, gehört das eine zu *Puccinia rupestris* (s. diese); das andere, *Aecidium Saussureae* Joh. α *silvestre* Juel (in regione abietina et betulina), fand Juel regelmässig in Begleitung einer *Puccinia* auf *Carex vaginata* Tausch, so dass er den Zusammenhang dieser beiden Formen für sehr wahrscheinlich hielt.

Später hat Juel den Zusammenhang durch Versuche bewiesen (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1896. 215). Überwinterte keimende Teleutosporen von *Pucc. Vaginatae* brachten auf *Saussurea alpina* das *Aecidium Saussureae* α *silvestre* hervor.

Über das Verhältnis des Pilzes zu *P. rupestris* vgl. diese.

Puccinia Limosae Magn.

Magnus (Amtl. Bericht 50. Versamml. Deutsch. Naturf. u. Aerzte München 1877. 199) schreibt: *Aecidium Lysimachiae* (Schlecht.) Wallr. „tritt auf *Lysimachia thyrsiflora* und *Lys. vulgaris* auf und entwickelt „seine Becher erst ziemlich spät im Juni und Juli. In denselben Moor- „sümpfen tritt stets auf *Carex limosa* reichlichst eine *Puccinia* auf, „deren Uredohäufchen erst Ende Juni oder im Juli erscheinen. Es lag „daher die Vermutung nahe, dass diese Puccinia sich aus den Sporen des „*Aecidium Lysimachiae* entwickeln, was der Versuch vollauf bestätigte.“ Dann wird noch erwähnt, dass *P. Limosae* von *P. Caricis* verschieden und bislang nicht auf anderen *Carex*-Arten nachgewiesen sei.

Rostrup (Bot. Tidsskr. 18, 2. Heft 1892. 71) und Rosenvinge fanden Aecidien auf *Lysimachia thyrsiflora* L. und *vulgaris* L. neben Teleutosporen auf *Carex limosa* L. und *C. chordorrhiza* Ehrh.

Ich fand die Aecidien auf beiden Wirten bei Hamburg und infizierte mit jedem von beiden erfolgreich *Carex limosa* (Klebahn, Kulturv. VIII. 396); *C. canescens* L., die auch in der Nähe wuchs, blieb immun. Die erhaltenen Teleutosporen waren im folgenden Jahre leider nicht keimfähig.

Ob die Aecidien auf *Lysimachia quadrifolia* L., *stricta* Ait., *Steironema ciliatum* Raf., *? lanceolatum* Gray (Farlow and Seymour, Hostindex 75) hierher gehören, bleibt zu prüfen.

Leptopuccinia Dayi auf *Lysimachia ciliata* L. ist nach Dietel den Teleutosporen von *P. Limosae* ähnlich (Kap. XVI, S. 175).

Puccinia zu **Aecidium Trientalis** Tranzschel.

Herr Dr. W. Tranzschel schreibt mir über diesen Pilz: „Am 27. Mai wurde *Puccinia* auf *Carex limosa*, die ich 1902 an derselben Stelle sammelte, wo früher viel *Aecidium Trientalis* zu finden war, auf *Trientalis* aufgelegt. Am 24. Juni waren reife Aecidien vorhanden. Dieselbe Aussaat am 30. Mai auf *Lysimachia vulgaris* war ohne Erfolg.“ Zwei weitere Versuche führten zu demselben Ergebnis. Es handelt sich hier also um einen anscheinend der *P. Limosae* nahe verwandten, aber doch offenbar davon verschiedenen Pilz.

Aecidium Trientalis wurde von Tranzschel in Russland, im Gouv. St. Petersburg zuerst aufgefunden.

Auf Grund der Versuche Tranzschel's kann man zweifeln, ob eine von Lindroth (Bot. Notiser 1900. 193) geäusserte Vermutung sich bestätigen wird. Lindroth beobachtete nämlich an einer Lokalität in Finland *Aecidium Trientalis* in reichlicher Menge an solchen Stellen, wo *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. und *lanceolata* Roth in unmittelbarer Nähe von *Trientalis europaea* wuchsen, während von *Calamagrostis* entfernte *Trientalis*-Pflanzen pilzfrei waren, und gründet darauf die Vermutung der Zugehörigkeit des Aecidiums zu einer *Puccinia* auf *Calamagrostis*. Mit einer *Puccinia* (nicht *coronata*) auf *Calamagrostis*, die mir Herr H. Diedicke von Erfurt sandte, habe ich vergebliche Versuche auf *Trientalis* gemacht.

Puccinia Caricis montanae E. Fischer.

E. Fischer (Entw. Unters. 1898. 23; Vorl. Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1894, Sitzungsb. 28. April; desgl. 1895, 25. Mai; Diagnose Bull. Herb. Boiss. 6. 1898. 12) beobachtete im Berner Oberlande neben Aecidien auf *Centaurea Scabiosa* L. und *Cent. montana* L. eine *Puccinia* auf *Carex montana* L. Auch Aecidien auf *Chrysanthemum Leucanthemum* L.

wurden gefunden (cfr. *Pucc. Aecidii-Leucanthemi*). Die 1892—96 ausgeführten, sehr zahlreichen Versuche bewiesen zwar bald den Zusammenhang zwischen einer *Puccinia* auf *Carex montana* und den Aecidien auf den *Centaurea*-Arten, brachten aber im einzelnen zunächst nicht die genügende Klarheit.

Fischer versuchte dann, durch Aussaat der Aecidiosporen reines Teleutosporenmaterial zu erziehen, und erhielt damit die folgenden Resultate:

1. Aus den Aecidien von *Centaurea* erzogene Teleutosporen infizierten niemals *Chrysanthemum Leucanthemum*.

2. Aus den Aecidien von *Centaurea Scabiosa* erzogene Teleutosporen infizierten *Centaurea Scabiosa* reichlich, *Centaurea montana* manchmal schwach, manchmal gar nicht und brachten in einigen Fällen auch Erfolg auf *Cent. nigra* L. und *Jacea* L.

3. Aus den Aecidien von *Centaurea montana* erzogene Teleutosporen infizierten *Centaurea montana* reichlich, *Centaurea Scabiosa* schwach.

Demnach ist *Pucc. Caricis montanae* (Aec. auf *Centaurea*) von *Pucc. Aecidii Leucanthemi* (s. diese) verschieden. In Bezug auf den erstgenannten Pilz entsteht die Frage, ob zwei verschiedene Arten vorhanden sind, von denen die eine ihre Aecidien auf *Cent. Scabiosa*, die andere auf *Cent. montana* bildet. Fischer hat diese Frage nicht bestimmt entschieden. Es lag nahe, Gewohnheitsrassen oder in der Spezialisierung begriffene Pilze anzunehmen, und Magnus (Bot. Centralbl. 63. 1895. 39) sprach sich infolge einer früheren Mitteilung Fischer's bereits in diesem Sinne aus; er äusserte die Ansicht, der auf *Centaurea Scabiosa* eingetretene schwache Erfolg beruhe auf einer Eigenschaft der aus Aecidien von *Cent. montana* erzogenen Teleutosporen, nicht auf einer Verunreinigung.

Der Misserfolg auf *Senecio cordatus, Cirsium eriophorum, oleraceum, Taraxacum officinale, Aposeris foetida* in Fischer's Versuchen spricht für die Verschiedenheit der *Pucc. Caricis montanae* von *Pucc. Dioicae, Caricis frigidae, silvatica, Schoeleriana* usw. Inwieweit *Centaurea Jacea* und *nigra* als Wirte des Pilzes in Betracht kommen, bedarf näherer Untersuchung.

In Bezug auf die oben erwähnte, von Fischer offen gelassene Frage hat kürzlich W. Bandi (Hedwigia 42. 1903. 136) neue Untersuchungen veröffentlicht.

Bandi arbeitete nur mit Teleutosporen, die aus Aecidien von *Centaurea montana* entstanden waren. Dieselben brachten in zahlreichen Versuchen nur auf *Centaurea montana* reichlichen Erfolg. Auf *Centaurea Scabiosa* trat kein Erfog ein, auf *C. Scabiosa alpestris* entstanden in

einem Falle, auf *C. Scabiosa albida* in 2 Fällen Spuren von Spermogonien, denen nur einmal, auf *C. Scabiosa albida*, ein kleines Aecidienlager folgte. Bandi gibt daraufhin Magnus darin Recht, dass das Eindringen der Keimschläuche in *C. Scabiosa* eine Eigenschaft des Pilzes sei, hält es aber zugleich auch für entschieden, dass der Pilz mit Aecidien auf *Centaurea montana* und der mit Aecidien auf *Cent. Scabiosa* biologisch verschiedene Formen seien.

Von anderen *Centaurea*-Arten wurden *C. amara* L., *axillaris* Willd., *Jacea* L., *melitensis* L., *nigra* L., *nigrescens* Willd. meist schwach infiziert, *C. alpina, babylonica, Calcitrapa, collina, dealbata, macrocephala, orientalis, rupestris, Sadleriana, spinulosa* blieben pilzfrei.

Eine Verschiedenheit der Disposition von *Centaurea montana* nach dem Standorte, woher die Pflanze stammte, nachzuweisen, wie sie sich bei Fischer's Versuchen, und auch bei *Carex montana* gegenüber den Aecidiosporen, gezeigt hatte (Entw. Unters. 38 u. 116; vgl. Kap. XVIII, S. 191), gelang Bandi nicht (S. 151).

Mittels der Aecidiosporen wurde *Carex montana* leicht infiziert; auf *C. alba* wurden nur Uredosporen erhalten; ausserdem trat auf *C. leporina* ein schwacher und nicht unbedingt sicherer Erfolg sein. Keine Wirkung zeigte sich auf *C. arenaria, dioica, extensa, frigida, longifolia, muricata, ornithopoda, panicea, silvatica, verna.* Die Verschiedenheit der *Pucc. Caricis montanae* von *P. arenariicola* (auf *Carex arenaria*, Aec. auf *Centaurea*) und *P. tenuistipes* (auf *Carex muricata*, Aec. auf *Centaurea*) ist danach wahrscheinlich, wenngleich Bandi die Zahl der Versuche zu einem sicheren Schlusse noch nicht für ausreichend hält.

Die auf *Cent. Scabiosa* lebende Form von *P. Asteris* ist den Teleutosporen auf *Carex montana* ähnlich (vgl. Kap. XVI, S. 175; Abbild. beider Arten bei Fischer, Entw. Unters. 113).

Puccinia Aecidii-Leucanthemi E. Fischer.

E. Fischer fand bei seinen Untersuchungen über *Pucc. Caricis montanae* (s. diese), dass auch das Aecidium auf *Chrysanthemum Leucanthemum* L. mit einer *Puccinia* auf *Carex montana* L. in Zusammenhang steht (Entw. Unters. 1898. 23; Vorl. Mitteil. Naturf. Ges. Bern 1895, Sitzungsb. 25. Mai; Diagnose Bull. Herb. Boiss. 6. 1898. 11). Der Nachweis wurde gebracht teils durch Aussaat von Teleutosporen, die im Berner Oberland gesammelt waren, wobei allerdings auch infolge Verunreinigung des Materials ein schwacher Erfolg auf *Centaurea Scabiosa* erhalten wurde, teils durch Aussaat von Teleutosporen, die aus Aecidien von *Chrysanthemum Leucanthemum* künstlich erzogen waren. Diese

infizierten nur *Chrysanthemum*, nicht *Cent. Scabiosa* und *montana*. Auch auf *Bellidiastrum Michelii, Chrysanthemum alpinum, grandiflorum, Parthenium* trat kein Erfolg ein.

Puccinia Caricis montanae und *P. Aecidii Leucanthemi* sind einander zwar sehr ähnlich, doch sind nach Fischer folgende Unterschiede vorhanden (Entw. Unters. 44, Abbild. 43 u. Taf. I): *Pucc. Aecidii Leucanthemi*: Sporenlager kleiner, lange von der Epidermis bedeckt. Uredosporen-Membran farblos oder gelblich mit kurzen konischen Stacheln. Teleutosporen am Scheitel oft papillenförmig vorgezogen; Stiele meist nicht länger als die untere Zelle. *Pucc. Caricis montanae*: Sporenlager grösser, frühzeitig nackt. Uredosporen-Membran braun mit äusserst kleinen Wärzchen. Teleutosporen am Scheitel meist regelmässig gerundet, Stiele oft so lang wie die Spore.

Leptopuccinia Leucanthemi ist den Teleutosporen von *Puccinia Aecidii Leucanthemi* ähnlich (s. Kap. XVI, S. 175; Abbildungen beider Arten bei Fischer, l. c. 111).

Puccinia firma Dietel.

Dietel (Hedwigia 31. 1892. 215) beobachtete in den Alpen neben *Aecidium Bellidiastri* Ung. auf *Bellidiastrum Michelii* Cass. wiederholt (in 40—50 Fällen) eine *Puccinia* auf *Carex firma* Host und erhielt durch Aussaat der Aecidiosporen auf *Carex firma* Uredo- und Teleutosporen, zwar etwas auffällig spät nach der Aussaat (23. Juli—29. Aug.), doch war konstatiert worden, dass die verwendeten Pflanzen im voraufgehenden Jahre pilzfrei gewesen waren, und von demselben Material entnommene Kontrollpflanzen blieben pilzfrei. Meist wurden gleich von Anfang an Teleutosporen gebildet.

Der Pilz ist *Pucc. silvatica* sehr ähnlich; sorgfältige Aussaaten von *P. silvatica* auf *Bellidiastrum* blieben ohne Erfolg.

Puccinia Caricis frigidae Ed. Fischer.

Die von Winter und Fuckel auf *Cirsium heterophyllum* All. und *C. Erisithales* Scop. im Engadin beobachteten Aecidien hatte schon Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 11. 1893. 453) für Aecidien einer heteröcischen Art angesprochen, nachdem er anfangs der Meinung gewesen war, dass dieselben zu einer autöcischen *Puccinia* gehörten. Später fand E. Fischer (Entw. Unters. 1898. 14; Vorl. Mitteil. Compt. rend. soc. helvét. sc. nat. 1896. 182; Arch. scienc. phys. et nat. 2. 1896) die Aecidien mehrfach auf solchen Pflanzen, neben denen *Carex frigida* All. wuchs, und wies durch zahlreiche Aussaatversuche mittels überwinterter Teleutosporen, die teils neben

Cirsium heterophyllum All., teils neben *C. spinosissimum* Scop. gesammelt waren, nach (1896), dass ein Zusammenhang mit der auf *Carex frigida* lebenden *Puccinia* vorhanden ist, dass die Aecidien beider *Cirsium*-Arten identisch sind, und dass die Aecidien auch auf *Cirsium eriophorum* Scop. und *C. ? rivulare* Lk. gebildet werden können. Dagegen erwiesen sich *C. palustre* Scop. und *C. oleraceum* Scop. als immun. Dieser letztgenannte Umstand unterscheidet *P. Caricis frigidae* biologisch von *P. Dioicae,* der sie morphologisch sehr ähnlich ist. Beide Arten hat Fischer (Entw. Unters. 22) abgebildet und verglichen. Eine Diagnose der *C. Caricis frigidae* steht auch Bull. Herb. Boiss. 5. 1897. 396.

Puccinia Serratulae-Caricis Kleb.

In der Nähe von Stenum in Oldenburg beobachtete ich in einer Kieferuschonung ein Aecidium auf *Serratula tinctoria* L., welchem auf derselben Pflanze Uredo- und Teleutosporen nicht folgten. Beim Nachsuchen fanden sich Teleutosporen auf einer *Carex*-Art in der Nähe, mit denen es nach der Überwinterung gelang, das Aecidium auf *Serratula* hervorzurufen (Klebahn, Kulturv. IV. 1895. 260). Die Nährpflanze der Teleutosporen war damals nicht richtig erkannt worden. Später hatte ich Gelegenheit, mit Teleutosporen auf *Carex panicea* und *C. flava* von demselben Fundorte Versuche anzustellen. Es gelang, aus den Aecidien von *Carex flava* L. Aecidien auf *Serratula* zu erziehen; die von *C. panicea* waren ohne Wirkung. Die Rückinfektion von *C. flava* mittels der Aecidiosporen brachte nur einen dürftigen Erfolg (Kulturv. VI. 1898. 30).

Ich habe den Fundort noch nicht wieder aufsuchen können und den Pilz an anderen Stellen noch nicht gesehen; daher sind weitere Versuche bisher unterblieben.

Da der Name *P. Schroeteriana* von dem ungenannten Berichterstatter der Hedwigia (35. 1896. (48)) beanstandet worden, *P. Serratulae* aber eine *Leptopuccinia* ist, ziehe ich es vor, den seinerzeit gleichzeitig in Vorschlag gebrachten Namen *P. Serratulae-Caricis* zu verwenden.

Die erwähnte *P. Serratulae* Thüm. soll nach Dietel den Teleutosporen von *P. Serratulae-Caricis* ähnlich sein (Kap. XVI, S. 175).

Puccinia extensicola Plowr.

Nach Plowright steht das Aecidium auf *Aster Tripolium* L. (*Aec. Asteris Tripolii* Rostr.) mit einer Puccinia auf *Carex extensa* Good. in Zusammenhang. Ausführliches scheint über die Versuche nicht publiziert worden zu sein. In Gard. Chron. 4. 1888. 18. schreibt Plowright unter

Puccinia extensicola: „This produces a very handsome Aecidium on *Aster Tripolium.*“ In Brit. Ured. (1889) heisst es S. 182: „Die Lebens-„geschichte dieser Art wurde durch eine Reihe von Kulturversuchen „während des Jahres 1888 klargelegt.“

Puccinia Asteris auf *Aster Tripolium* ist den Teleutosporen von *P. extensicola* ähnlich (Kap. XVI, S. 175). Vgl. *P. Asteri-Caricis* Arth.

Puccinia Bolleyana Sacc.

Arthur (Journ. of Mycol. 8. 1902. 55) zeigte durch Aussaat der Teleutosporen von *Carex trichocarpa* Mühl. (Indiana, Wisconsin) auf *Sambucus canadensis* L. und Aussaat der Aecidiosporen von *Sambucus* auf *Carex trichocarpa* den Zusammenhang der *Puccinia Bolleyana* mit *Aecidium Sambuci* Schw. Die Versuche wurden später (1902) wiederholt (Bot. Gaz. 35. 1903. 15) und gleichzeitig durch den Nachweis erweitert, dass *P. Atkinsoniana* Diet. von *C. lurida* Wahl. (Indiana, Ohio) ebenfalls Erfolg auf *Sambucus canadensis* bringt. Auf Grund dieses letzteren Resultats und der mikroskopischen Untersuchung erklärt Arthur *P. Atkinsoniana* für identisch mit *P. Bolleyana.* Der 1902 verwendeten *Puccinia* auf *C. trichocarpa* war die mikroskopisch verschiedene *Pucc. Peckii* beigemischt, so dass die Aussaat auch einen Erfolg auf *Oenothera biennis* brachte. In der letzten Publikation sucht Arthur den Namen *P. Sambuci* (Schw.) Arth. (nach dem Aecidium) zur Geltung zu bringen.

Auch Kellermann (Journ. of Myc. 9. 1903. 7) hat Versuche gemacht; er erzog wiederholt Aecidien auf *Sambucus canadensis* aus Teleutosporen von *Carex lurida* Wahl. (*Pucc. Atkinsoniana* Diet.), wobei *Oenothera biennis, Impatiens biflora* und *Urtica gracilis* pilzfrei blieben. Ferner wurden mehrere Male Aecidien auf *Sambucus canadensis* aus Teleutosporen von *Carex trichocarpa* erzogen (*Pucc. Bolleyana* Sacc.).

Kellermann hielt die beiden Pilze anfangs für verschieden. Einen strengen Beweis für die Identität hat Arthur übrigens nicht gebracht; derselbe würde den Nachweis der Übertragbarkeit des Pilzes von *C. trichocarpa* auf *C. lurida* oder umgekehrt mittels der Aecidiosporen oder der Uredosporen voraussetzen.

Puccinia Scirpi DC.

Der Zusammenhang von *Puccinia Scirpi* DC. auf *Scirpus lacustris* L. mit *Aecidium Nymphoides* DC. auf *Limnanthemum nymphaeoides* Lk. wurde zuerst von Chodat angegeben. Es liegen nur kurze Notizen darüber vor: „M. Chodat: Identité du *Puccinia Scirpi* DC. avec

Aecidium Nymphoidis DC. Cette identité a été demontrée par des cultures [1]) et par le mode d'apparition dans les bassins où ces deux formes se développent" (Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1888/89. 43). „Monsieur Chodat décrit ce champignon et montre que sa forme aecidiale n'est autre que *l'Aecidium Nymphoidis* DC. Ces conclusions sont tirées des observations faites par lui dans le Jardin botanique de Genève" (Compt. rend. 72. session soc. helvét. sc. nat. 1889. 27).

Für die Richtigkeit des Zusammenhangs habe ich mich bereits 1892 auf Grund des Zusammenvorkommens an einer Lokalität bei Bremen ausgesprochen (Abh. naturw. Verein Bremen XII. 1892. 365).

Unabhängig von Chodat kam Bubák (Österr. Bot. Zeitschr. 48. 1898. 14) auf den Zusammenhang und bestätigte ihn durch eine allerdings im Freien vorgenommene Aussaat der Aecidiosporen auf *Scirpus*. Die Aussaat in entgegengesetzter Richtung ist noch nicht ausgeführt worden. Bubák gibt Beschreibung und einige Abbildungen des Pilzes.

Die Aecidien finden sich auf der Oberseite der schwimmenden *Limnanthemum*-Blätter.

Puccinia angustata Pk.

Arthur (Bot. Gaz. 29. 1900. 273) beobachtete *Aecidium Lycopi* Ger. auf *Lycopus americanus* Mühl. (Nordamerika) neben vorjährigen Teleutosporen von *Puccinia angustata* auf *Scirpus atrovirens* Mühl. und erzog durch Aussaat der Aecidiosporen auf dem *Scirpus* Uredolager (Juni). Im Mai 1901 wurden durch Aussaat der Teleutosporen von *Sc. atrovirens* auf *Lycopus americanus* Spermogonien und Aecidien erhalten (Journ. of Mycol. 8. 1902. 53).

Puccinia Eriophori Thüm.

Rostrup (Overs. K. D. Vid. Selsk. Forh. 1884. 17) fand mit Johanson in Jütland *Aecidium Cinerariae* Rostr. (nova spec.) auf *Cineraria palustris* L. und daneben ausgekeimte Teleutosporen der *Puccinia Eriophori* Thüm. auf *Eriophorum angustifolium* Rth. Er vermutet danach den Zusammenhang beider Pilze. Versuche sind noch nicht ausgeführt worden.

Puccinia obscura Schroet.

Plowright (Journ. Linn. Soc. London 20. 1884. 511; kurze Notiz Grevillea 12. 86) erzog auf *Luzula campestris* DC. durch Aussaat der

[1]) Es wurde *Scirpus lacustris* mittels der Aecidien infiziert. Nach brieflicher Mitteilung Chodat's an Bubák.

Sporen von Aecidium Bellidis (DC.) Thüm. Uredosporen und durch Aussaat der *Pucc. obscura* Schroet. auf *Bellis perennis* L. Spermogonien und Aecidien. Auffällig ist die Vegetationszeit des Pilzes. Die Bildung der Aecidien findet im Winter statt, die Entwickelung geht auffallend langsam vor sich (Aussaat der Aecidiosporen 19. Nov., Uredo 20. Jan.; Aussaat der Teleutosporen 12. Dez.; Spermogonien 6. Jan., Aecidien 25. Jan. bei Plowright's Versuchen).

Über die auf *Luzula pilosa* Willd., *maxima* DC. (= *silvatica* Gaud.), *multiflora* Lejeune, *pallescens* Bess. lebenden, als *P. obscura* bezeichneten Pilze liegen keine Untersuchungen vor.

Bei v. Lagerheim (Tromsö Mus. 16. 1893. 125) findet sich der Satz: „Nach Magnus [Biol. d. Rostp. 321, in Naturw. Rundschau 1. Nr. 36] hat Plowright gezeigt, dass die heteröcische *Puccinia obscura* Schroet. durch ihre Uredolager überwintert.“ In Brit. Ured. (175) gibt Plowright nichts darüber an.

Puccinia Conopodii-Bistortae Kleb.

H. T. Soppitt (Grevillea 22. 1893. 45) wurde von J. Needham und H. Pickles in Hebden Bridge (Yorkshire) auf die im Tale von Hebden wachsende *Puccinia Bistortae* (Strauss) DC. und später auf ein daselbst auf *Conopodium denudatum* Koch vorkommendes Aecidium aufmerksam gemacht, das er dann auch bei Leeds fand, gleichfalls in Begleitung des *Polygonum Bistorta* L. Die Biologie der Pilze wurde durch zahlreiche Versuche festgestellt. Die überwinterten Teleutosporen waren auf *Polygonum Bistorta* ohne Wirkung, erzeugten aber auf *Conopodium denudatum* das Aecidium. Die Aecidiosporen brachten auf *Conopodium* keinen Erfolg, riefen aber auf *Polygonum Bistorta* Uredo- und später an derselben Stelle Teleutosporen hervor. Die Aecidiosporen wurden ohne Erfolg auf *Polygonum „Brunoni“* (= affine?), *persicaria* und *aviculare*, die Uredosporen ohne Erfolg auf *P. viviparum* ausgesät. Die Teleutosporen liessen sich vor der Überwinterung nicht zur Keimung bringen.

Später bespricht Soppitt (Gard. Chron. 18. 1895. 773) noch einige bestätigende Beobachtungen und erwähnt, dass Exemplare von *Conopodium* und von *Polygonum Bistorta*, die 1894 stark infiziert waren, im folgenden Jahre völlig pilzfrei blieben, was gegen ein Perennieren des Pilzes in den Nährpflanzen spricht.

Dieser Pilz war das erste Beispiel einer heteröcischen *Puccinia*, die ihre Teleutosporen auf einer dicotyledonen Pflanze bildet.

Über die Beziehungen, welche *P. Conopodii-Bistortae* und die folgenden Pilze zu Micropuccinien auf Umbelliferen (*P. Karstenii, tumida* usw.) haben, vgl. Kap. XVI, S. 174.

Puccinia Angelicae-Bistortae Kleb.

Nachdem Soppitt den Zusammenhang von *Puccinia Bistortae* (Strauss) DC. mit einem Aecidium auf *Conopodium denudatum* Koch nachgewiesen hatte, fand ich auf Wiesen am Elbufer unterhalb Blankenese *Puccinia Bistortae* auf *Polygonum Bistorta* in reichlicher Menge. Da *Conopodium denudatum* in Deutschland nicht vorkommt, musste nach einem anderen Aecidienträger gesucht werden. Die mit überwinterten Teleutosporen auf einer Reihe von Umbelliferen, darunter *Conopodium denudatum*, sowie auf *Polygonum Bistorta* selbst vorgenommenen Aussaaten ergaben eine Infektion auf *Carum Carvi* L., während *Conopodium* und *Polygonum Bistorta* pilzfrei blieben; *Angelica* war nicht unter den Versuchspflanzen (Klebahn, Kulturv. V. 1896. 329). Wegen schlechter Beschaffenheit der *Carum*-Pflanzen gelangten die Aecidien nicht zur Reife. Der Pilz wurde damals als *P. Cari-Bistortae* bezeichnet.

Nachdem die Versuche 1897 mit wenig besserem Erfolge wiederholt worden waren (Kulturv. VI. 27 [36]), gelang es endlich 1898 und 1899 (VII. 157 [43]; VIII. 403), eine reichlichere Infektion von *Carum Carvi* hervorzubringen, so dass auch die Rückinfektion von *Polygonum Bistorta* mit Erfolg durchgeführt werden konnte (VII. 158 [44]).

Der Grund für die verhältnismässig schwierige Infektion von *Carum Carvi* fand sich später in dem Umstande, dass der eigentliche Aecidienwirt dieses Pilzes *Angelica silvestris* L. ist. Mit Aecidien von dieser Pflanze, die im Mai 1900 in der Nähe des Standortes der *Puccinia* gesammelt waren, gelang es leicht, Uredo- und später Teleutosporen auf *Polygonum Bistorta* hervorzurufen (Kulturv. IX. 708). Auf *Polygonum viviparum* entstanden einige Tage später zuerst gelbe Flecken, dann einige Teleutosporen und zuletzt auch einige Uredosporen, sowie weitere Teleutosporen. *Polygonum amphibium* blieb pilzfrei. Vgl. das Verhalten von *P. Polygoni-vivipari.*

Die hiernach zu vermutende Identität der zu *Aecidium Angelicae* gehörenden *Puccinia* mit *Pucc. Cari-Bistortae* wurde 1901 dadurch nachgewiesen, dass sowohl im Freien gesammelte, wie aus Aecidien von *Angelica* rein gezüchtete Teleutosporen gleichzeitig *Angelica* und *Carum* infizierten (Kulturv. X. 143 [39]).

Bestätigende Versuche wurden von E. Fischer (Schweiz. Bot. Ges. 12. 1902) ausgeführt. Teleutosporen von *Polygonum Bistorta* aus dem

Botanischen Garten in Bern und aus dem Berner Oberlande infizierten *Carum Carvi.* Dagegen wurden *Astrantia major* und *Meum Mutellina* nicht infiziert. *Angelica* wurde nicht geprüft.

Puccinia Polygoni-vivipari Karsten.

Juel (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1899. 5) fand *Aecidium Angelicae* Rostr. bei Falun in Schweden, konstatierte eine weit grössere Ähnlichkeit desselben mit Aecidium auf *Conopodium denudatum* (s. *Pucc. Conopodii-Bistortae*) als mit *Aecidium Sii-latifolii* (s. *Uromyces Scirpi*) und suchte infolge der Befunde Soppitt's über *Puccinia Conopodii-Bistortae* und meiner Ergebnisse über *P. Cari-Bistortae* am Fundorte nach Teleutosporen auf *Polygonum*-Arten. Es wurden Teleutosporen auf *Polygonum viviparum* L. gefunden. Mit diesen gelang nach der Überwinterung die Infektion von *Angelica silvestris* in einer Reihe von Versuchen. Die Rückinfektion, von Konservator K. A. Th. Seth ausgeführt, brachte auf *Polygonum viviparum* Erfolg, auf *P. Bistorta* nicht; nur ein „etwas verändertes Aussehen“ der Blätter zeigte sich an einigen Stellen.

Der Umstand, dass *Puccinia Angelicae Bistortae* auch *Polygonum viviparum,* wenngleich schwach, zu infizieren vermag, veranlasste mich, eine nähere Untersuchung des Verhältnisses dieses Pilzes zu *P. Polygoni-vivipari* vorzunehmen. Es ergab sich, dass Aecidiosporen, die aus Teleutosporen von *Polygonum viviparum* gezogen waren, auch *Polygonum Bistorta,* allerdings äusserst schwach, zu infizieren vermögen (Klebahn, Kulturv. XI. 39). Danach scheinen die beiden Pilze von einem gemeinsamen Ursprunge aus nach entgegengesetzten Richtungen entwickelt zu sein. Dafür spricht auch ihre grosse morphologische Ähnlichkeit. Dennoch ist es nötig, sie getrennt zu halten. Juel (Öfv. 1896. 224; 1899. 10) machte bereits darauf aufmerksam, dass die Teleutosporen von *P. Polygoni vivipari* etwas kleiner seien als die von *P. Conopodii-Bistortae*; dasselbe ist nach meinen Messungen in Bezug auf *P. Angelicae-Bistortae* der Fall (*P. Polygoni vivipari* 23—29 : 18—22 μ; *P. Angelicae-Bistortae* 27—32 : 19—20 μ; Kulturv. XI. 41). Ferner fand Juel (Öfv. 1899. 11), dass die Aecidien von *P. Polygoni vivipari* keine Spermogonien bilden. Auch in meinen Kulturen bildete dieser Pilz keine Spermogonien, während die Aecidien von *P. Angelicae-Bistortae* solche besitzen (Kulturv. XI. 41). Dieser Umstand ist sehr merkwürdig, da die Pilze einander im übrigen sehr ähnlich sind.

Juel (Öfv. 1899. 9) hat sich die Frage vorgelegt, ob dieser Pilz, vielleicht als Mycel, in der Teleutosporennährpflanze überwintern könne; bestimmte Tatsachen sind aber bisher nicht gefunden worden. Die Aussaat

der Sporidien auf den Teleutosporenwirt ergab ein als sehr zweifelhaft bezeichnetes Resultat (vgl. Kap. V., b).

Eine von Fischer (Schweiz. Bot. Ges. 12. 1902) erwähnte *Puccinia* auf *P. viviparum* aus den Voralpen, die gleichfalls kleinere Teleutosporen hat, wurde bisher in Bezug auf ihren Wirtswechsel nicht geprüft.

Puccinia septentrionalis Juel.

Juel (Öfv. Vet. Akad. Förh. 1895. 379) fand in den Hochgebirgen von Norwegen und Schweden beim Suchen nach den Teleutosporen des auf *Thalictrum alpinum* L. lebenden *Aecidium Sommerfeltii* Johanson eine der *Puccinia mammillata* Schroet. ähnliche *Puccinia* auf *Polygonum viviparum* L., die er als *Pucc. septentrionalis* neu beschreibt. Die Aussaatversuche mit überwinterten Teleutosporen fielen nicht ganz exakt aus, die Aussaaten der Aecidiosporen auf *Polygonum viviparum* gaben ein klares positives Resultat. Auch auf *Polygonum Bistorta* L. gelang die Infektion.

Die übrigen auf *Thalictrum*-Arten lebenden Aecidien stehen mit Teleutosporen auf Gramineen in Verbindung, s. *Pucc. borealis, persistens, (Thalictri-) Elymi.*

Puccinia Mei-mammillata Semadeni.

Bubák (Sitzungsb. Böhm. Ges. d. Wiss. 1900. 7) sprach auf Grund der Ähnlichkeit von *P. mammillata* Schroet. mit Micropuccinien auf Umbelliferen (vgl. Kap. XVI, S. 174) die Vermutung aus, dass die Aecidien dieses Pilzes auf Umbelliferen zu suchen seien. Eine montane Form des Pilzes brachte er mit Aecidien auf *Meum mutellina* Gaertn. (*Ligusticum mutellina* Crantz) in Verbindung, eine in niedrigeren Lagen vorkommende mit Aecidien auf *Angelica* (s. *P. Angelicae-mammillata*).

Durch Versuche von *Semadeni* (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 10. 1903 523) wurde diese Vermutung bewiesen. *Semadeni* (Bern, also wahrscheinlich Schweizer Material) erzog aus Aecidiosporen von *Meum* auf *Polygonum Bistorta* L. Uredo- und Teleutosporen der *P. mammillata* und aus Teleutosporen Spermogonien und Aecidien auf *Meum mutellina*, während *Angelica silvestris* nicht infiziert wurde.

Puccinia (Angelicae-)mammillata?

Bubák (Sitzungsb. Böhm. Gesellsch. d. Wiss. Prag. 1900. 7) vermutet die Zugehörigkeit einer zweiten Form der *Puccinia mammillata* (vgl. *P. Mei-mammillata*) zu *Aecidium Bubakianum* Juel auf *Angelica silvestris.*

Lindroth (Act. soc. pro fauna et flora Fennica 22. 1902. 159) führt Beispiele gemeinsamen Vorkommens von *Pucc. mammillata* und *Aecid. Bubakianum* an, welche die Vermutung zu bestätigen scheinen. Vgl. *Puccinia Mei-mammillata* u. Kap. XVI, S. 174).

Puccinia Polygoni amphibii Pers. in Wint.

Herr Dr. W. Tranzschel hat nach brieflicher Mitteilung einige Versuche ausgeführt, aus denen der Zusammenhang der *P. Polygoni* auf *Polygonum amphibium* L. mit *Aecidium sanguinolentum* Lindr. auf *Geranium palustre* L. und *G. pratense* L. hervorzugehen scheint. Er schreibt darüber: „Am 11. Juni legte ich Blätter von *Polygonum amphibium* mit *Puccinia Polygoni amphibii* auf die Erde von Blumentöpfen mit Keimpflanzen von *Geranium palustre, pratense sanguineum* und *sibiricum*. Die Töpfe standen unter freiem Himmel, da ich die Versuche nicht bei meinem Wohnorte machen und niemand die Versuche anvertrauen konnte. Das Wetter war trocken, Regen kam erst am 3. Juni. Die Beobachtungen geschahen nur am 17. u. 24. Juni, am 1. u. 7. Juli. Am 24. Juni waren auf *Geranium palustre* und *pratense* rote Flecken und Spermogonien, am 1. Juli waren die Flecken grösser und stärker gefärbt, man bemerkte auch noch nicht hervorgebrochene Aecidien. Am 7. Juli waren überreife Aecidien auf *G. palustre*, der Infektionsfleck auf *G. pratense* war von Schnecken (?) ausgefressen. Ich will zugleich bemerken, dass ich später *Pucc. Polygoni amphibii* von *P. amphibium* auf *P. lapathifolium* und *P. Convolvulus* übertragen wollte, und obgleich die Pflanzen dicht beisammen kultiviert wurden, die beiden Pflanzen pilzfrei blieben, während später hinzugepflanztes *Polygonum amphibium* in ca 2 Wochen mit Uredosporen bedeckt war. — Bei der Nachforschung nach den Aecidien von *Pucc. Polygoni amphibii* bin ich sehr von dem von Dr. E. Fischer aufgestellten Prinzip der parallelen Heteroeu- und Micro-Arten unterstützt worden, indem ich, als ich das Vorkommen von *Pucc. Polygoni amphibii* zugleich mit *Geranium palustre* beobachtete, sofort an den Zusammenhang im Sinne Fischers von *Pucc. Morthieri, Aecid. sanguinolentum* und *P. Polygoni amphibii* denken musste."

Ob auch die in Deutschland vorkommende *Puccinia* auf *Polygonum amphibium* zu *Aecidium sanguinolentum* gehört, bedarf der Untersuchung. Dieses Aecidium ist erst 1900 aus Finland beschrieben worden (Lindroth, Bot. Notiser 1900. 241). Unter den Pflanzen, auf die ich *Pucc. Polygoni* wiederholt vergeblich ausgesät habe, befand sich *Geranium* nicht. Die Puccinien der anderen *Polygonum*-Arten sind vermutlich zum Teil von der vorliegenden verschiedene Arten. Ein anderes Aecidium

auf *Geranium* wird als dem autöcischen *Uromyces Geranii* (DC.) Otth et Wartm. zugehörig betrachtet.

Puccinia argentata (Schultz) Wint.

Bubák (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 10. 1903. 574) beobachtete wiederholt ein Aecidium auf *Adoxa moschatellina* L. in Gesellschaft der *Puccinia argentata* auf *Impatiens nolitangere* L. Es wurden Aussaaten mit den Aecidiosporen auf *Impatiens nolitangere*, *Luzula pilosa* und *Adoxa moschatellina* gemacht, wobei auf *Impatiens* Uredolager der *Pucc. argentata* entstanden.

Das vorliegende Aecidium muss demnach von demjenigen, welches nach Schroeter und Soppitt (s. Plowright, Brit. Ured. 154) Uredo- und Teleutosporen auf *Adoxa* selbst hervorruft [*Puccinia albescens* (Grev.) Plowr.] verschieden sein.

Uromyces Dactylidis Otth.

Schroeter (50. Jahresber. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1873. 103; Beitr. z. Biol. 1, 3. 1875. 8) erzog aus Teleutosporen des *Uromyces* von *Dactylis glomerata* L. im Februar Aecidien auf *Ranunculus bulbosus* L. und *R. repens* L. Nach der gegebenen Beschreibung sind diese Versuche sehr sorgfältig ausgeführt worden. Später will Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 1879. 59) auf *R. acer* L. und *R. polyanthemos* L., nicht aber auf *R. Flammula* L. und *auricomus* L. dasselbe Resultat erzielt haben (s. auch Pilze 1. 305).

Bei Plowright's Versuchen (Quart. Journ. Micr. Science 25. 1885. 162; kürzere Berichte Bot. Gaz. 9. 1884. 132; Journ. of Bot. 22. 1884. 214; Brit. Ured. 130) ergab sich, dass *U. Dactylidis* nur auf *Ranunculus bulbosus*, nicht auf *R. repens*, *R. acer*, *R. Ficaria* und *R. auricomus* Aecidien bildete. Mittels der Aecidiosporen von *R. bulbosus* erhielt Plowright Uredo- und Teleutosporen auf *Dactylis glomerata*, dagegen nicht auf *Poa pratensis* L. und *P. trivialis* L. (S. 164; S. 163 steht statt dieser Art *P. „amma“ = annua?*).

Nach Winter (Pilze 1. 161) u. Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 64) sind Paraphysen zwischen den Uredosporen vorhanden, nach Plowright (Brit. Ured. 130) nicht. Nach Schroeter (Pilze 1. 305) ist morphologisch kein Unterschied zwischen *U. Dactylidis* und *U. Poae*. Vgl. *U. Poae*.

Bei Versuchen im Jahre 1902 erhielt ich genau wie Schroeter ausser auf *R. bulbosus* auch auf *R. repens* Aecidien (Klebahn, Kulturv. XI. 38). Es dürfte sich daher empfehlen, mit *U. Dactylidis* weitere Versuche anzustellen.

Uromyces Poae Rabenh.

Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 1879. 64; Pilze 1. 305) erzog 1878 aus den Sporen eines Aecidiums von *Ranunculus Ficaria* L. auf *Poa nemoralis* L. Uredo- und Teleutosporen eines *Uromyces*, den er als *U. Poae* Rabenh. bezeichnet.

Nielsen (Bot. Tidsskrift 3. R. 2. 33) erhielt aus Aecidien von *Ran. repens* L. einen *Uromyces* auf *Poa annua* L. und *P. trivialis* L. Pilzfrei blieb *Dactylis glomerata* L. Trotzdem bezeichnet Nielsen den Pilz als *U. Dactylidis*.

Winter (Hedwigia 19. 1880. 105) beobachtete *Uromyces Poae* und Aecidien auf *Ficaria* nebeneinander.

Plowright (Grevillea 12. 1883. 36 = A; Bot. Gazette 9. 1884. 132 = B; Journ. of Bot. 22. 1884. 214 = C; Quart. Journ. Micr. Science n. s. 25. 1885. 154 = D; Brit. Ured. 1889. 130 = E) hat zahlreiche Versuche angestellt, die über das Verhalten der zu *U. Poae* zu stellenden Pilze jedoch noch kein ganz klares Bild geben.

Teleutosporen von *Dactylis* brachten auf *Ranunculus repens* keinen Erfolg; ebenso waren umgekehrt Aecidiosporen von *R. repens* ohne Einwirkung auf *Dactylis glomerata* und ebensowenig auf *Poa nemoralis* und *annua* (D).

Teleutosporen von *Poa trivialis* infizierten stets und sicher *Ranunculus repens*, nicht ganz sicher *R. bulbosus*; sie waren ohne Erfolg auf *R. auricomus* und *acer*, nicht immer erfolgreich auf *R. Ficaria* (E).

Aecidien von *Ranunculus repens* infizierten *Poa trivialis* (D).

Aecidien von *Ranunculus Ficaria* infizierten gleichfalls *Poa trivialis*; sie waren ohne Erfolg auf *Poa nemoralis* und *Dactylis glomerata* (D)

Der Pilz wurde (durch Übertragung vom Aecidium?, von welchem?) auf *Poa pratensis* und *trivialis* erhalten, jedoch nicht auf *P. nemoralis* (E.)

Bubák (Verh. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1898. [9]) gibt unter *Uromyces Poae*, Aecidien auf *Ranunculus repens*, folgende Notiz: „Kulturversuche am 29. X., erste Uredohäufchen erst am 24. XI. auf *Poa annua*."

Ferner erhielt Bubák (Centr. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 927) mittels Teleutosporen von *Poa nemoralis* Aecidien auf *Ran. repens* und *bulbosus*, während auf *R. Ficaria* und *R. nemorosus*, welch' letzterer am Fundorte Aecidien getragen hatte, kein Erfolg eintrat.

Zu den Nährpflanzen von *Uromyces Poae* gehören demnach *Poa annua* L., *trivialis* L., *nemoralis* L., *pratensis* L., *Ranunculus repens* L., *Ficaria* L., *bulbosus* L. Anscheinend müssen aber mehrere biologische

Arten oder Rassen unterschieden werden, für die man nach dem Vorstehenden folgende Nährpflanzengruppen in Betracht ziehen könnte:

1. *Poa trivialis, Ranunculus repens, R. bulbosus (?)* (Plowright E, Nielsen ?).

2. *Poa trivialis, Ran. Ficaria* (Plowright).

3. *Poa nemoralis, Ran. Ficaria* (Schroeter).

4. *Poa pratensis, Ran. Ficaria* (Plowright).

5. *Poa nemoralis, Ran. repens, R. bulbosus* (Bubák).

Das Aecidium auf *R. repens* ist dem zu *Puccinia Magnusiana* gehörenden auf derselben Nährpflanze völlig gleich, nur früher in der Entwickelung. Die Uredolager von *U. Poae* haben nach Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 64) keine Paraphysen, die von *U. Dactylidis* enthalten Paraphysen. Dagegen ist nach Schroeter (Pilze 1. 305) zwischen *U. Poae* und *U. Dactylidis* kein Unterschied, und es sind bei beiden Arten keine Paraphysen vorhanden. Ebenso fehlen nach Plowright beiden Arten die Paraphysen, während nach Winter (Pilze 1. 161) bei *U. Dactylidis* Paraphysen zwischen den Uredosporen vorhanden sein sollen. Über das Vorhandensein und Fehlen von Paraphysen bei derselben Art vgl. *Pucc. perplexans* und Dietel, Hedwigia 51. 1902. 59.

Uromyces Aristidae Ell. et Ev.

Einer Vermutung von W. H. Long folgend, machte Arthur (Bot. Gaz. 35. 1903. 17) Aussaaten mittels der Teleutosporen des *Uromyces* von *Aristida oligantha* Michx. aus Texas auf *Plantago Rugelii* Dec. und erhielt Spermogonien und Aecidien, während *Pl. lanceolata* nicht infiziert wurde. Vielleicht gehören die Aecidien auf *Pl. virginica* L., *Purshii* R. et S., *aristata* Michx. und *eriopoda* Torr. zu derselben Spezies; ob der Pilz mit dem europäischen *Aecidium Plantaginis* Ces. identisch ist, bedarf der Prüfung.

Uromyces Scirpi (Cast.) Lagerh.

Dietel (Hedwigia 1890. 149) erzog durch Aussaat von *Uromyces lineolatus* (Desmaz.) Schroet. (= *U. Scirpi* (Cast.) Lagerh.) auf *Scirpus maritimus* L. vom salzigen See bei Oberröblingen (Eisleben), wo der Pilz mit *Aecidium Hippuridis* Kunze und *Aec. Sii latifolii* (Fiedler) Wint. vergesellschaftet vorkam, gleichzeitig auf *Hippuris vulgaris* L. und *Sium latifolium* L. Aecidien. Dietel hatte *Hippuris* und *Sium* nebeneinander in ein hohes zylindrisches Glasgefäss eingepflanzt und bedeckte

die Pflanzen reichlich mit keimendem *Uromyces*-Material. Nach 8 bis 12 Tagen traten auf beiden Versuchspflanzen Spermogonien auf; auch Aecidien wurden erhalten. Dietel hält damit die Identität der Aecidien auf *Hippuris* und *Sium* für erwiesen und bemerkt noch dazu: „So „überraschend dieses Resultat für den ersten Augenblick erscheinen mag, „so ist es schliesslich doch nicht schwerer verständlich, als die so stark „ausgeprägte Wirtsstetigkeit der Uredineen überhaupt. Erblicken wir in „dieser eine Anpassung an die chemische Konstitution der Pflanzensäfte, „so kann es nicht Wunder nehmen, dass eine Pilzform sich auf zwei sonst „ganz verschiedenen Wirtspflanzen zu entwickeln vermag, wenn nur die „Nährsubstrate in ihren chemischen Eigentümlichkeiten übereinstimmen."

Nach den Erfahrungen, die inzwischen mit anderen Rostpilzen aus verschiedenen Gruppen gemacht worden sind, kann man sich diesen Folgerungen Dietel's nicht ohne weiteres anschliessen. Es ist zwar keineswegs unmöglich, dass Dietel's Pilz ein plurivorer Rostpilz war, wie das Beispiel des *Cronartium asclepiadeum* zeigt; indessen genügen die bisher vorliegenden Versuche nicht, um sicher zu beweisen, dass die Aecidien auf *Sium* und *Hippuris* identisch sind. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass in dem von Dietel verwandten Material zwei biologische Arten gemischt enthalten waren.

Um den Nachweis der Identität oder der Verschiedenheit zu bringen, müsste man aus einem der beiden Aecidien die Teleutosporen auf *Uromyces* und mit diesen das andere Aecidium zu erziehen versuchen. Ich habe mich bisher vergeblich bemüht, das zu diesen Versuchen erforderliche Material zu erhalten. Vgl. das unter *U. Pastinacae Scirpi* und *U. Berulae-Scirpi* Gesagte.

Juel liefert Öfv. Vet. Ak. Förh. 1899. 15 eine Abbildung der Peridie von *Aec. Sii latifolii.* Vgl. auch Lindroth, Soc. faun. flor. Fenn. 22. 1902. 155.

Uromyces Pastinacae-Scirpi Kleb.

Rostrup (Botan. Tidsskrift 18. 1892. 71) fand *Uromyces lineolatus* und *Aecidium Pastinacae* Rostr. nebeneinander und in derselben Gegend auch *Aecidium Sii-latifolii*; er sprach daraufhin die Vermutung aus, dass *Aecidium Pastinacae* gleichfalls zu *Uromyces lineolatus* gehöre.

Der Zusammenhang der beiden Pilze wurde von mir experimentell bewiesen. Durch Aussaat der Sporen des von A. Vill bei Bamberg gesammelten *Aecidium Pastinacae* erhielt ich 1901 Uredo- und Teleutosporen auf *Scirpus maritimus,* durch Aussaat der erhaltenen Teleuto-

sporen 1902 auf *Pastinaca sativa* L. Aecidien (Klebahn, Kulturv. X. 141 [37]; XI. 35). Auf *Sium latifolium* L. und *Hippuris vulgaris* L. brachte das allerdings spärliche Material keinen Erfolg hervor. Ein Material von Dietel's Originalstandort bei Eisleben oder aus dessen Nähe, von dem ich sicher erwartet hatte, dass es *Sium* oder *Hippuris* infizieren würde, rief trotz massenhafter Anwendung des Aussaatmaterials und mehrmaliger Wiederholung der Aussaat auf *Sium* nur 2 bis 3 und auf *Hippuris* nur 2 Infektionsstellen hervor, von denen nur die eine auf *Hippuris* einige spärliche Aecidien zur Reife brachte. Auf *Glaux maritima* L. trat gar keine Wirkung ein. Dagegen wurde *Pastinaca sativa* jedesmal sehr stark infiziert (Klebahn, Kulturv. XI. 33)

Bubák (Centr. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 927) sammelte *Aecidium. Pastinacae* neben *Uromyces Scirpi* und gab dasselbe in Vestergren's „Micromycetes rariores selecti“ Nr. 301 mit der Bemerkung heraus: „Nach meinen Beobachtungen gehört dieses Aecidium zu *Uromyces lineolatus* (Desm.) Schröt.“

Infolge der Beobachtungen Kabát's (s. *U. Berulae-Scirpi*) zog ich 1903 auch *Berula angustifolia* zu meinen Versuchen heran. Dabei ergab sich, dass sowohl das von A. Vill bei Bamberg im freien gesammelte Material wie eine aus Aecidien von *Pastinaca* gewonnene Reinkultur ausser *Pastinaca sativa* auch *Berula angustifolia* ziemlich reichlich infizierte, während *Sium, Glaux* und *Hippuris* pilzfrei blieben. Die Infektionsstellen auf *Berula* entwickelten sich aber nicht viel über das Spermogonienstadium hinaus und brachten keine reifen Aecidien. Umgekehrt dagegen brachte *Uromyces Berulae-Scirpi* auf *Pastinaca* keinen Erfolg hervor.

Abbildungen aller drei Sporenformen habe ich Kulturv. XI. 36. gegeben; die Membran der Aecidiosporen zeigt eine eigentümliche, bisher nicht beachtete Struktur.

Uromyces Berulae-Scirpi.

Nach Bubák (Centralbl. f. Bact. 2. Abteil. 9. 1902. 126 und 926) erzog J. E. Kabát das Aecidium auf *Berula angustifolia* Koch durch Aussaat überwinterter Teleutosporen eines *Uromyces* von *Scirpus maritimus* L. Kabát hatte das Aecidium zuvor gleichzeitig mit *Aec. Pastinacae* in der Nähe des *Uromyces* bei Welwarn in Böhmen gefunden.

Durch eigene 1903 angestellte Versuche kann ich die Richtigkeit dieses Zusammenhanges bestätigen. Es lagen mir fünf Materialien vor, deren Verhalten folgendes war:

	Bremen	Cuxhaven	Bamberg 1	Bamberg 2	Reinkultur
Hippurus	(—)	(—)	—	—	—
Sium	—	(—)	—	—	—
Berula	+!	+!	+!	(+)	(+)
Pastinaca	—	—	—	+!	+!
Glaux	—	—	—	—	—

Es bedeutet +! reichliche reife Aecidien (+) Spermogonien, Aecidien nicht oder kaum reifend, (—) einmal eine Spur Spermogonien — keine Infektion.

Soweit sich hiernach schliessen lässt, sind *U. Berulae-Scirpi* und *Pastinacae-Scirpi* näher verwandt, aber doch verschieden; *U. Berulae-Scirpi* infiziert *Pastinaca* nicht, *U. Pastinaca-Scirpi* vermag einen geringen Erfolg auf *Berula* hervorzubringen. *Glaux* ist gegen diese Pilze völlig immun. Auf *Hippuris* und *Sium* vermögen sie mitunter einen sehr spärlichen Erfolg hervorzubringen (äusserst spärliche Spermogonien), der vermutlich Folge einer Eigenschaft des Pilzes, nicht einer Verunreinigung ist.

Uromyces zu **Aecidium carotinum** Bub.

Bubák (Centrabl. f. Bact. 2. Abteil. 9. 1902. 126 und 927) fand ein *Aecidium* auf *Daucus Carota* L. (*Aec. carotinum* Bub.) neben *Aec. Pastinacae* und glaubt auch dieses in den Entwickelungskreis des *Uromyces Scirpi* ziehen zu müssen.

Uromyces Maritimae Plowr.

Plowright (Gard. Chron. 7. 1890. 682 u. 746; Grevillea 21. 1893. 109; Journ. Roy. Hort. Soc. 12. 1890. CIX) fand gemeinschaftlich mit Peake einen *Uromyces* auf *Scirpus maritimus* L. neben *Aecidium Glaucis* Dozy et Molkenboer bei Hull (England) und erzog 1890 aus den überwinterten Teleutosporen Spermogonien (nach 10 Tagen) und Aecidien auf *Glaux maritima* L. Am Schlusse des Artikels in Grevillea bemerkt Plowright: „Ich war zuerst geneigt, den *Uromyces* als eine „besondere Art (*U. maritima*) anzusehen, bin aber jetzt überzeugt, dass „er mit dem von Desmazières (*U. lineolatus*) identisch ist.“ Da Plowright keine Versuche erwähnt, welche die Identität der Aecidien auf *Glaux maritima*, *Hippuris vulgaris* und *Sium latifolium* beweisen, so kann

diese Identität einstweilen wohl nur auf die morphologischen Verhältnisse bezogen werden.

Von *U. Pastinacae-Scirpi* und *Berulae-Scirpi* ist *U. Maritimae* nach meinen Versuchen von 1902 (Kulturv. XI. 32) und 1903 sicher verschieden, wahrscheinlich also auch von den von Dietel untersuchten Formen; doch lässt sich einstweilen nichts Bestimmteres behaupten.

Wie die voraufgehende Darstellung zeigt, zerfällt die morphologische Spezies *U. Scirpi* (= *lineolatus*) der früheren Autoren in mehrere biologische Arten, deren Trennung anscheinend nicht in allen Fällen eine ganz scharfe ist, wie das Vermögen einzelner Formen, auf dem Aecidienwirte einer anderen Form gelegentlich Spermogonien zu bilden, zeigt. Dass die auf Umbelliferen ihre Aecidien bildenden Formen zu einander in einem engeren Verhältnis stehen, ist möglich; doch bedarf es weiterer Untersuchungen, da die genauer untersuchten Materialien zum Teil auch auf *Hippuris* Spuren von Infektionen hervorbrachten.

Uromyces Junci (Desm.) Tul.

Fuckel (Symb. mycol. 1869. 60 u. 457) brachte, nachdem er regelmässig *Uromyces Junci* auf *Juncus obtusiflorus* Ehrh. und *Aecidium zonale* Duby auf *Pulicaria dysenterica* Gaertn. (*Inula dysenterica* L.) neben einander beobachtet hatte, zerkleinerte Teleutosporenrasen auf eine genau bezeichnete Pflanze von *Pulicaria dysenterica* auf einer Wiese, auf der sich bis dahin nie das Aecidium gezeigt hatte, und fand nach einem Monat auf einem der Blätter „ein vollkommen entwickeltes Räschen von Aecidium.“ Weitere Aecidien wurden auf den zahlreichen *Inula*-Pflanzen der Wiese nicht gefunden.

Plowright (Grevillea 11. 52; Brit. Ured. 133) wiederholte die Aussaat auf *Pulicaria dysenterica* mit Erfolg, desgleichen E. Fischer (Entw. Unters. 2), der zugleich zeigte, dass die Teleutosporen auf *Buphthalmum salicifolium, Inula Vaillantii, Senecio cordatus, Lappa minor* und *Chrysanthemum Leucanthemum* keinen Erfolg hervorrufen. Das Aecidium auf *Buphthalmum salicifolium* L., das Winter (Hedwigia 1880. 110) bei Zürich neben *U. Junci* fand, gehört daher entweder überhaupt nicht hierher, oder, was noch zu prüfen wäre, zu einer anderen biologischen Art auf *Juncus*.

U. Junci wurde von Dietel (Ber. naturf. Ges. Leipzig 1888/89. 39; Hedwigia 28. 1889. 23) bei Leipzig als Uredo vegetierend, mit spärlichen Teleutosporen und ohne Aecidium angetroffen und überwintert demnach vielleicht im Uredozustande.

Uromyces Pisi (Pers.) de Bary.

Schroeter (Hedwigia 14. 1875. 98; Pilze 1. 306) säte die Sporen eines Aecidiums von *Euphorbia Cyparissias* L. (*Aecidium Euphorbiae* Gmel.) auf *Lathyrus pratensis* L., *Vicia Cracca* L. und *Pisum sativum* L. und erhielt auf allen drei Pflanzen *Uromyces*. Unbesäte Kontrolpflanzen blieben pilzfrei. Vorher hatte Schroeter das Beisammenvorkommen der beiden Pilzformen wiederholt beobachtet.

Nach Hegelmaier (Würtemb. naturw. Jahreshefte 34. 1878. 90) ist auch bei Tübingen *Aecidium Cyparissiae* zugleich mit *Uromyces Pisi* verbreitet.

Rostrup (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1884. 11) wiederholte die Aussaat mit Erfolg auf *Pisum sativum* und *P. arvense* L.

Mit dem bei Bremen auf *Euphorbia Esula* L. vorkommenden Pilze (*E. Cyparissias* fehlt daselbst) habe ich Uredosporen auf *Pisum sativum* erhalten (Klebahn, Kulturv. I. 335 [19]). Ob dieser Pilz mit dem auf *E. Cyparissias* identisch ist, ist nicht festgestellt.

Auf zahlreichen anderen *Euphorbia*-Arten (*dulcis* L., *verrucosa* Lam., *Gerardiana* Jacq., *virgata* W. K., *lucida* W. K. usw.) sind Aecidien beobachtet worden. Über die Zugehörigkeit derselben lässt sich einstweilen nichts sagen. Nach Versuchen von Arthur (Bot. Gaz. 1900. 270), die aber nicht streng beweisend sind, gehört ein Aecidium auf *Euph. nutans* Lag. (= *Preslii* Guss.) zu dem nach Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 11. 1893. 43) autöcischen *Uromyces Euphorbiae* (Schwein.) C. & P.

Nach Schroeter (Pilze 1. 306) gehören auch Vicia *tenuifolia* Roth, *Lathyrus Nissolia* L. var. *gramineus* Kerner, *L. tuberosus* L. und *L. silvester* L. zu den Nährpflanzen der Teleutosporen; doch fehlen auch darüber noch nähere Untersuchungen.

Über die durch das Aecidium veränderte Nährpflanze sagt Schroeter (Pilze 1. 306): „Die Nährpflanze wird straffer und höher, die Blätter sind „verdickt, lang gestreckt. Die ganze Pflanze erhält dadurch ein sehr ver- „ändertes Aussehen (*Euphorbia degener.* älterer Autoren)." (Vgl. *U. striatus.*) Über das im Rhizom perennierende Mycel des Aecidiums s. Kap. VI, S. 55. Ob die Teleutosporen von *U. Pisi* und *U. striatus* überwintern, wann sie keimen, und wie sie die *Euphorbia*-Arten infizieren, scheint nicht untersucht zu sein.

Uromyces striatus Schroeter.

Schroeter (Pilze 1. 1889. 306) schreibt: „Durch Aussaat der Sporen „von *Aec. Euph.* auf *Trifolium agrarium* erhielt ich 1884 den *Uromyces*."

Die Spermogonien und Aecidien sind nach Schroeter (l. c.) „denen „von *U. Pisi* ziemlich gleich.“ „Die Nährpflanze bleibt meist kleiner, die „Blätter kürzer und breiter.“ Ob diese Angabe eine Unterscheidung von den Aecidien des *U. Pisi* ermöglicht, erscheint zweifelhaft.

Als weitere Wirte des *U. striatus* nennt Schroeter (l. c.): *Lotus corniculatus* L. und dessen Form β. *tenuifolius* Rchb., *L. uliginosus* Schk., *Trifolium arvense* L., *T. minus* Relh., *Medicago sativa* L. und die Formen β. „*varia*“ und γ. „*falcata*“, *M. lupulina* L., *M. minima* L., *M. scutellata* All., *M. polycarpa* W.? (= *apiculata* Willd.), *M. orbicularis* All., *M. neglecta* Guss. (= *turbinata* Willd.), *M. cylindracea* DC. Nach Farlow and Seymour (Hostindex 30) kommt noch *Trifolium carolinianum* Michx., nach Bubák (Verh. zool. bot. Ges. 1898. 10) noch *Trifolium* „*aureum*“ (*patens* Schreb.?, *agrarium* L.?) und *Tr. filiforme* L. hinzu. Es wäre aber wünschenswert, die Versuche Schroeter's zu wiederholen und festzustellen, ob die Pilze der genannten Nährpflanzen alle mit *U. striatus* identisch sind.

Gymnosporangium Sabinae (Dicks.) Wint.

Dass der Sadebaum, *Juniperus Sabina* L., durch den auf ihm lebenden Rostpilz *Gymnosporangium Sabinae* einen schädigenden Einfluss auf die Birnbäume ausübe und auf denselben die *Roestelia cancellata* (Jacq.) Rebent. erzeuge, ist bereits in den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts den Beobachtern aufgefallen, und Eudes-Deslongchamps hat in den Sitzungen der Société Linnéenne de Normandie wiederholt darauf hingewiesen, zuerst in der öffentlichen Sitzung in Honfleur am 28. Juni 1837. Es heisst in dem Sitzungsberichte (Séance publique de la Société Linnéenne de Normandie, tenue à Honfleur, le 28 juin 1837. Caen 1837) S. 15 wörtlich:

„M. Eudes-Deslongchamps s'entretenant un jour avec M. Manoury, conservateur du jardin de botanique de Caen, de l'état déplorable où se trouvait un grand nombre de poiriers situés dans un jardin qu'il possède à la campagne, M. Manoury lui dit qu'il tenait vaguement de quelques personnes que cette maladie était due à l'influence de la Sabine *(Juniperus Sabina)* et que c'était le pollen de cet arbre qui donnait lieu à la naissance de l'*Aecidium*.“

„Cette remarque rapella à M. Eudes-Deslongchamps qu'il y avait précisément dans le jardin où ses poiriers étaient si maltraités, une fort belle Sabine qui fleurissait et donnait des fruits tous les ans. En examinant de nouveau, sur les lieux, l'état de ses arbres, il remarqua que les plus voisins de la Sabine étaient, à la lettre, couverts d'*Aecidium*; que

l'on voyait cette parasite d'autant moins abondante que les arbres étaient plus éloignés; à une distance de 200 pas environ, les poiriers n'avaient plus que quelques feuilles attaquées. Il remarqua en outre que les poiriers très-malades de l'*Aecidium* ayant produit de nouvelles pousses postérieures à la fleuraison de la Sabine, les feuilles de celles-ci n'avaient que peu on point de taches d'*Aecidium*."

Ferner fiel es Deslongchamps auf, dass sich auf Rosen in der Nähe der Sabina *Uredo pinguis* DC. und auf einem Weinstock ein weisser pulveriger Pilz auf der Unterseite der Blätter befand. Es heisst dann weiter (S. 17):

„Sans tirer la conclusion que le pollen de la Sabine fût la cause première de toutes ces parasites diversiformes, on ne pouvait se dissimuler que leur abondance et la manière dont elles étaient distribuées ne donassent à l'opinion citée plus haut un assez haut degré de vraisemblance. M. Eudes-Deslongchamps se proposa de détruire, l'hiver suivant, la Sabine accusée, et de faire part à la Société ce qu'il en adviendrait."

Dann wird erwähnt, Herr de Magneville habe darauf aufmerksam gemacht, dass er *Aecidium cancellatum* in Verbindung mit *Aecidium Pini* auf benachbarten Kiefern (Pins maritimes) beobachtet habe. Hierauf fährt der Bericht fort (S. 18):

„D'après l'observation de M. de Magneville, il devenait nécessaire de s'assurer, si la Sabine citée plus haut était affectée de quelque parasite. D'abord on ne decouvrit rien: ses branches excessivement abondants et touffus empêchèrent d'apercevoir que quelques branches centrales étaient affectées du *Gymnosporangium juniperi* que l'on ne découvrit que l'hiver suivant lorsque l'arbre fut abattu."

„Quoi qu'il en soit, les poiriers voisins de la Sabine et si maltraités par l'*Aecidium cancellatum* pendant l'année dernière et les années précédentes, n'en ont montré aucune trace cette année; les rosiers n'ont pas été non plus attaqués par l'*Uredo pinguis*. Est-ce à la destruction de la Sabine, est-ce à l'état particulier de la saison, aux variations atmosphériques, etc., qu'il faut attribuer cette absence?"

„Une foule de réflexions pourraient avoir place ici, mais il est plus prudent de s'en tenir à l'observation pure et simple, que de s'aventurer sur une route scabreuse, peut-être sans issue" usw.

Endlich wird auch noch auf die Ähnlichkeit hingewiesen, welche der Einfluss des Sadebaums mit der Schädlichkeit der Berberitzen hat. Der betreffende Abschnitt ist oben in der Darstellung der Vorgeschichte des Wirtswechsels der *Puccinia graminis* mitgeteilt worden.

Einige Jahre später ist in derselben Gesellschaft abermals von dem Gegenstande die Rede. Deslongchamps hebt hervor, dass die erwähnten Birnbäume seit der Entfernung des Sadebaumes, seit 5 Jahren, keinen Rost wieder gezeigt hätten. Die betreffende Stelle (Mem. Soc. Linn. Normandie, Vol. 7. 1839—42. Résumé des travaux), deren Mitteilung ich der K. Hof- und Staatsbibliothek in München verdanke, lautet wörtlich:

„M. de Magneville a présenté, à l'une de nos séances, une branche de Geniévrier de Suède, couverte de *Gymnosporangium juniperi*; il a donné verbalement quelques détails sur les dégats produits par cette cryptogame sur plusieurs arbres résineux de son parc de Lébisey.“

„A cette occasion, M. Eudes-Deslongchamps vous a rappelé les discussions qui s'élevèrent, il y a six ans, dans le sein de la société, sur des poiriers dont les feuilles étaient, depuis quelques années, attaquées constamment par l'*Oecidium cancellatum*; ce qui fut attribué à l'influence d'une Sabine *(Juniperus Sabina)* située dans le jardin où se trouvaient les poiriers, et attaquée elle-même par le *Gymnosporangium juniperi*. Quelques personnes pensaient que les sporules de *Gymnosporangium*, portées par le vent sur les feuilles des poiriers voisins de la Sabine, y faisaient développer l'*Oecidium cancellatum*. D'autres personnes regardèrent cette opinion comme absurde. Pour éclairer la question, M. Eudes-Deslongchamps, dans le jardin duquel les choses se passaient, fit arracher la Sabine malade. L'année suivante, aucun de ses poiriers ne fut atteint d'*Oecidium*. Le résumé de ces discussions a été publié dans le „compte-rendu de la séance publique de la Société Linnéenne de Normandie, tenue à Honfleur, le 28 juin 1837“, p. 15 et suivantes.“

„Eh bien! depuis cette époque, c'est-à-dire pendant l'intervalle de cinq ans, l'*Oecidium cancellatum* n'a plus reparu sur les poiriers qui en étaient couverts les années précédentes.“

Kurz vor der wissenschaftlichen Begründung des Wirtswechsels von *Gymnosporangium* durch A. S. Örsted brachte Deslongchamps den Gegenstand abermals zur Sprache (Bull. Soc. Linn. Normandie 6. 1862. 41 und 52—54).[1] Er erwähnt die Besprechung der Angelegenheit in Honfleur und bemerkt, dass die Sache damals wenig Widerhall (peu de retentissement) gefunden habe. Später habe Châtel, unbekannt mit den Beobachtungen von Deslongchamps, der Gesellschaft eine Broschüre überreicht, in welcher ähnliche Beobachtungen und Folgerungen enthalten gewesen seien. Die Société centrale d'horticulture de Paris habe

[1]) Auf diese Veröffentlichung hat Rostrup (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1884. 2) aufmerksam gemacht. Eine Notiz darüber findet sich auch in Bot. Zeitung 1862. 288.

ein Urteil (arrêt) formuliert, das Deslongchamps' Ansicht entgegen sei, aber ihm scheine die Angelegenheit damit noch lange nicht entschieden zu sein. Er habe eine Reihe von übereinstimmenden Beobachtungen gesammelt, die an verschiedenen Orten und von verschiedenen Personen gemacht seien, und er verweise auf die Wanderungen und Umwandlungen der Eingeweidewürmer, nach denen ähnliche Vorgänge im Pflanzenreiche keineswegs unmöglich erscheinen könnten.

Auch in den Kreisen der Praktiker scheint die Angelegenheit vor Örsted hie und da bekannt gewesen zu sein. So schreibt z. B. P. Main, Jardinier au Château-Vert bei Clamecy (Nièvre), in einem Briefe an die Redaktion der Revue Horticole (1864, S. 348), dass er die Ausrottung von Sadebäumen in einem Garten veranlasst habe, und dass im folgenden Jahre die Birnenkrankheit nicht wieder aufgetreten sei; er sei danach überzeugt, dass der Sadebaum das *Aecidium cancellatum* hervorrufe. Er erwähnt noch, dass er schon im Jahrgange 1863, S. 303, auf die Angelegenheit aufmerksam gemacht habe. Diese Stelle war Örsted bekannt (s. Bot. Zeitung 1805. 291). Mir war der Jahrgang 1863 der Revue[1]) nicht zugänglich.

Ob sich dagegen die Bekanntschaft mit der Schädlichkeit des Sadebaums über 1837 hinaus rückwärts verfolgen lässt, erscheint fraglich. Wenigstens hatte Th. A. Knight (Trans. Hort. Soc. London 2. 1817. 178), der sich mit der Frage nach der Verbreitung des Aecidiums beschäftigte, dem auch der Einfluss der Berberitze auf das Getreide wohl bekannt war, und der z. B. feststellte, dass aus dem infizierten Garten entfernte und anderswo eingepflanzte Birnbäumchen nach der Umpflanzung gesund blieben, keine Ahnung von dem Einflusse des Sadebaumes. Wohl kannte er die Bedeutung der Sporen; aber er glaubte auch ein Eindringen der Pilze durch die Wurzeln annehmen zu sollen und erklärte das Ausbleiben der Krankheit auf den verpflanzten Bäumchen durch die stattgefundene gründliche Reinigung der Wurzeln.

Die Untersuchungen Örsted's (Forelöbig beretning usw., Bot. Notiser 1865. 105; franz. als Compte rendu provisoire usw., dieses referiert in Bot. Zeitung 1865. 291; Det K. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter 7. 1868. 565) sind bald nach den Untersuchungen de Bary's über den Wirtswechsel von *Puccinia graminis* und unabhängig von diesen ausgeführt worden. Örsted beobachtete bereits 1862 das Auftreten von *Roestelia cancellata* auf *Pirus communis* L. infolge Anpflanzens von mit *Gymnosporangium Sabinae* behafteten Büschen von *Juniperus Sabina* L. und

[1]) Auch S. 138 soll sich eine Bemerkung über den Gegenstand finden.

bewies 1865 den Zusammenhang durch Aussaat der Sporidien des *Gymnosporangium* auf Birnblättern, wobei nach etwa 10 Tagen Spermogonien und später Aecidien entstanden.

Die Aussaat der Sporidien des *G. Sabinae* auf *Pirus communis* ist oft mit Erfolg wiederholt worden. Es berichten darüber: De Bary (s. Örsted, Bot. Zeitung 1867. 222), Rathay (Oesterr. Bot. Zeitschr. 30 1880. 241), Plowright (Grevillea 11. 1883. 52; Journ. of Bot. 22. 1884. 347; Journ. Linn. Soc. London 24. 1888. 93; vgl. *Gymn. confusum*), v. Tubeuf (Centralbl. f. Bact. 9. 1891. 94), E. Fischer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 280—283), Peyritsch (s. Magnus, Ber. naturw.-med. Verein Innsbruck 21. 1892/93 [23]), Klebahn (Kulturv. I. 335 [19]). Auch 1897 habe ich den Versuch mit sehr gutem Erfolge wiederholt.

Zweifel über den Zusammenhang äussert noch 1891 Kessler (36/37. Bericht Verein f. Naturk. Cassel 1891. 34).

Die Entwickelung der Aecidien geht verhältnismässig langsam von statten; bis zum Auftreten der Spermogonien vergehen nach Fischer (l. c.) 13—18, bis zur Reife der Aecidien 115—126 Tage. Die Infektion von *Juniperus Sabina* mittels der Aecidiosporen ist noch nicht ausgeführt worden.

Ein weiterer Teleutosporenwirt soll nach Cornu (Bull. Soc. bot. France 25. 1878. 124) *Juniperus virginiana* L. sein; die Sporidien eines auf dieser Art vorkommenden *Gymnosporangium* wurden mit Erfolg auf *Pirus communis* übertragen. Dasselbe Resultat scheint Cornu mit Material von *Jun. sphaerica* Lindl., *japonica* Hort. (= *chinensis* L.) und einigen *J. communis* nahestehenden Varietäten gehabt zu haben. Da aber auch einige andere *Gymnosporangium*-Arten auf *Pirus communis* Spermogonien oder selbst Aecidien hervorbringen, so würde man für diese Angaben wohl eine Nachprüfung wünschen dürfen.

Als Aecidienwirt ist bis jetzt nur *Pirus communis* experimentell nachgewiesen. Vergebliche Aussaaten sind von Rathay, Plowright und Fischer auf folgenden Arten gemacht worden: *Crataegus monogyna* (R.), *Oxyacantha* (R., F., P.), *Mespilus germanica* (R., P.), *Pirus Malus* (R., F.?), *Cydonia vulgaris* (F.), *Sorbus Aria* (R.), *torminalis* (R.).

Genannt werden noch als Wirte: *Pirus Michauxii* Bosc. (Schroeter Schles. Ges. vaterl. Kult. 1869/72. 22; Reess, Abh. naturf. Ges. Halle 11. 1870. 64), *P. tomentosa* DC. (Reess, l. c.; Winter, Pilze 1. 232), *Juniperus communis* L. (Farlow, Anniv. Mem. Boston Soc. 1880. 17; ? *Gymn. globosum*), *J. Oxycedrus* L., *phoenicea* L., *Pinus halepensis* Mill. (! ?) (Reess, l. c.). Diese Angaben, namentlich aber die letzten, bedürfen der Klarstellung.

Die schädigende Einwirkung der Sadebäume auf benachbarte Birnbäume und die ergiebige Verbreitung der Sporidien durch den Wind ist auch in neuerer Zeit durch zahlreiche Zeugen festgestellt worden. Einige Angaben seien erwähnt:

Mussat (Bull. Soc. Linn. Paris 1874, 4. Nov., s. Bot. Zeit. 1875. 782) bemerkte Infektion von Birnbäumen infolge Anpflanzung von *Juniperus Sabina* in einer Baumschule bis in 60 m Entfernung auch an Exemplaren, die durch Hecken und Mauern abgetrennt waren.

Michelsen (Fühling's landw. Zeitung 1875. 864) schreibt: „Mit der früher wohl aufgestellten Behauptung, dass die Sporen des *Gymnosporangium aurantiacum* sich nicht weit verbreiten, stimmen die in Hildesheim gemachten Beobachtungen nicht überein, wohl aber hat es sich hier gezeigt, wie sehr die Verbreitung von den Hauptwindrichtungen abhängig ist.“

Cramer (Bernische Blätter f. Landwirtsch. 1875. 29; Schweiz. landw. Zeitschr. 4. 1876. Nr. 7 und 8, s. Botan. Jahresb. f. 1876) hat Beobachtungen gesammelt, um den Zusammenhang durch Tatsachen festzustellen. Er schildert besonders eine Epidemie in Richterswyl; hier trat nach Ausrottung der Sadebäume wieder Fruchtbildung auf den Birnbäumen auf. Es wurde auf Ausrottung der Sadebäume hingewirkt; gesetzliche Vorschriften sind nicht vorhanden.

Thomas (Gartenflora 1891. 62): Nach Entfernen der *Juniperus Sabina* blieben die Birnbäume pilzfrei.

Appel (Sonderausschuss f. Pflanzenschutz f. 1899. 156) fand 1898 die ostwärts von einem Sadebaum stehenden Bäume befallen, 1899 diese frei, aber die nordwärts stehenden befallen. Dies spricht gegen die Überwinterung des Gitterrosts und für den Einfluss des Windes.

Frank (Sonderausschuss f. Pflanzenschutz 1899. 157) fand die Birnbäume noch in 100 m Entfernung von Sadebäumen sehr stark befallen. Erst in einigen hundert Metern Entfernung wurde die Verbreitung so schwach, dass nur mit Mühe an vereinzelten Blättern ein *Roestelia*-Polster zu finden war. Die Flugverbindung zwischen dem Sadebaum und den Obstgehölzen war noch dazu durch Hecken und Bäume gehemmt.

Auch v. Tubeuf (Deutsche landw. Presse 1900. 216; Arb. Biol. Abt. K. Gesundheitsamt 2. 1901. 176) hebt hervor, dass Infektionen von Sadebäumen aus auf sehr weite Entfernungen, selbst über 500 m vorkommen können, und wendet sich gegen eine Angabe von Sorauer (Sonderausschuss f. Pflanzenschutz f. 1899. 155), der geneigt ist, aus dem Fehlen von Teleutosporen in der Nähe von infizierten Birnbäumen auf ein Perennieren des Accidienpilzes zu schliessen.

Dagegen findet Lindemuth (Gartenflora 1900. 51) die Verbreitung nicht weiter als bis auf 50 Schritt Entfernung. Er stellt aber auch fest, dass nach Ausrottung des Sadebaumes die Birnbäume gesund blieben.

In den Berichten des Sonderausschusses für Pflanzenschutz sind weitere Notizen über den Einfluss des Sadebaums enthalten.

Nach Wörnle (Forstl.-naturw. Zeitschr. 3. 1894. 156), der die durch die *Gymnosporangium*-Arten veränderten Gewebe anatomisch untersuchte, bringt *G. Sabinae* von den europäischen Arten die grössten Anschwellungen auf *Juniperus* Zweigen hervor, wirkt aber trotzdem nicht so pathologisch wie z. B. *G. juniperinum* und bringt nur selten einen Zweig zum Absterben. Die Anschwellung betrifft Holz und Rinde und ist von Anfang an im ganzen Umfange des Zweiges ziemlich gleichmässig. Die anatomischen Veränderungen sind in vielen Punkten denen ähnlich, die Wörnle für *G. clavariaeforme* genauer beschrieben hat. Das kranke Holz weist verdickte und gewundene Tracheiden mit auffallend vielen und breiten Markstrahlen auf. Die Jahresgrenze ist schwer erkennbar. Den Zellwandungen ist ein gelbes Pigment eingelagert. Zonen unregelmässiger Zellbildung im Holze sind seltener als bei *G. clavariaeforme*, sie erstrecken sich nur über Bruchteile eines Jahrrings. Mycel ist im Holze nicht enthalten. Die gewaltige Anschwellung der Rinde ist ähnlich wie bei *G. clavariaeforme* wesentlich eine Bastwucherung. Bastfasern werden in geringerer Zahl gebildet, fehlen mitunter ganz und bleiben namentlich an länger infizierten Zweigen dünnwandig. Charakteristisch für *G. Sabinae* ist, dass sich unter den Fruchtlagern Höcker bilden, die sich teils aus Zellen des Wirts, teils aus Pseudoparenchym des Pilzes zusammensetzen. Bei der Vernarbung nach dem Abfall der Fruchtpolster wird der ganze Höcker durch eine Korklage abgeschnitten; an derselben Stelle treten keine neuen Sporenpolster auf. Ferner ist charakteristisch, dass die Fruchtpolster bei *G. Sabinae* infolge Abreissens der Stiele hohl sind und daher beim Nasswerden verquellen und sich nicht wieder zu Hörnchen zusammenziehen.

Über die Anatomie der durch *Roestelia cancellata* bewirkten Gallen liegen besondere Untersuchungen nicht vor, im wesentlichen dürfte dasselbe gelten, was über *R. lacerata* gesagt ist (s. *G. clavariaeforme*).

Es ist in der Litteratur mehrfach von Uredosporen bei *Gymnosporangium* die Rede gewesen. Reess erwähnt bereits 1869 (Abh. naturf. Ges. Halle 11 [18 und 26]) zweierlei Sporen bei *G. Sabinae* und *juniperinum*, sowie einzellige, die mit einem einfachen Keimschlauche keimen, bei *G. Sabinae* (l. c. [19]). Nach Kienitz-Gerloff (Bot. Zeit. 1888. 389) bilden die dünnwandigen Sporen von *G. clavariaeforme* bei

der Keimung nicht das charakteristische Promycel. Er hält sie für Uredosporen. Genauere Untersuchung hat ergeben, dass die in den äusseren Schichten der Teleutosporenlager liegenden Sporen dickere und braune, die im Innern liegenden dünne und farblose Wände haben (Dietel, Hedwigia 28. 1889. 19), und es finden sich auch Übergänge zwischen beiden. Nach Richard's (Bot. Gaz. 14. 1889. 221) keimen auch die farblosen Sporen von *G. clavariaeforme* (amerikanisches Material) mit Promycel; wenn aber die Kulturen zu feucht gehalten werden, entstehen lange Keimschläuche; solche Abweichungen können nach Dietel (l. c.) auch bei den braunen Teleutosporen vorkommen. Es spricht demnach nichts für eine Uredonatur der dünnwandigen Sporen, vielmehr scheint es sich nur um eine Beeinflussung der Ausbildung der Sporen durch ihre Lage an der Oberfläche, bezugsweise im Innern der Sporenpolster zu handeln; dennoch meint Dietel, dass der Versuch zu machen wäre, ob die dünnwandigen Sporen die Teleutosporennährpflanze infizieren.

Gymnosporangium confusum Plowr.

Schon Reess (Abh. naturf. Ges. Halle 11. 1870. 73. Fussnote) fiel es auf, dass im Botanischen Garten zu Halle ein *G. Sabinae* gleichendes *Gymnosporangium* auf *Juniperus Sabina* L. und eine *Roestelia* auf *Crataegus lobata* Bosc., *„melanocarpa“, monogyna* Jacq., *Oxyacantha* L. und auf *Mespilus germanica* L. vorkamen, während andere Arten, Teleutosporen wie Aecidien, fehlten. Er wirft die Frage auf, ob es sich um eine von *G. fuscum* (= *Sabinae*) verschiedene Art handle. Aussaatversuche auf *Mespilus*-Blättern verunglückten; auf *Pirus prunifolia* wurde ein „beweisend negatives“ Resultat erhalten.

Plowright (Journ. of Bot. 22. 1884. 347) vermutet, dass zwei verschiedene *Gymnosporangium*-Arten auf *Juniperus Sabina* vorkommen, berichtet dann (Journ. Linn. Soc. London 24. 1888. 93) über bald erfolgreiche, bald erfolglose Infektionsversuche mit *Gymn. fuscum* auf *Pirus communis* und *Crataegus Oxyacantha* und unterscheidet endlich (Brit. Ured. 1889. 232; kurze Notiz schon Gard. Chron. 4. 1888. 18) *G. confusum* als besondere Art von *G. Sabinae.* Plowright erhielt mittels *G. confusum* auf *Cydonia vulgaris* Pers., *Crataegus Oxyacantha* L. und *Mespilus germanica* L. in zahlreichen Fällen Spermogonien und Aecidien; einmal wurde auch *Pirus communis* L. infiziert (s. unten E. Fischer), im übrigen zeigten sich *Pirus communis, P. Malus* L. und *Sorbus Aria* Crantz immun. Durch Infektion eines gesunden *Sabina*-Busches mittels der Aecidiosporen von *Crataegus* (Juni 1885) erhielt Plowright zwei

Jahre später (März 1887) Teleutosporen. Das Aecidium ist als *Roestelia Mespili* (DC.) [*Aec. Mespili* DC.] zu bezeichnen.

Die Angaben Plowright's bestätigt E. Fischer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 193—208 und 260—283; s. auch Arch. sc. phys. et nat. 1892. 490 und Compt. rend. 64 sess. Soc. helvét. 1891) durch zahlreiche Versuche, bei denen *Gymnosporangium Sabinae* stets nur *Pirus communis,* nicht *Crataegus Oxyacantha* oder *Cydonia vulgaris, G. confusum* dagegen *Cydonia vulgaris* und *Crataegus Oxyacantha,* nicht *Sorbus Aucuparia* und *Pirus Malus* und nur ausnahmsweise *Pirus communis* infizierte. Von besonderem Interesse ist der Befund Fischer's, dass die aus *G. confusum* auf *Pirus communis* entstehenden Aecidien dieselbe röhrenförmige, am Scheitel offene und zerschlitzte Pseudoperidie haben, wie die Aecidien auf *Mespilus* und *Crataegus,* so dass sie dadurch von den Peridien der *Roestelia cancellata* wohl zu unterscheiden sind (S. 201 und 281). Die Entwickelungszeit ist erheblich kürzer als die von *G. Sabinae;* sie beträgt bis zum Auftreten der Spermogonien 7—12, bis zur Reife der Aecidien 29—42 Tage. Auch eine Übertragung der Aecidiosporen auf *Juniperus Sabina* hatte Erfolg (S. 262). Da diese Versuche aber die Möglichkeit nicht ausschlossen, dass die Pflanzen bereits infiziert waren, wiederholte Fischer (Entw. Untersuch. 81) die Aussaat auf Keimpflanzen, die zufällig *Juniperus virginiana* L. waren, und erhielt auf einer (von 11) schon im folgenden Frühjahr ein kleines Teleutosporenlager. Er hält es aber auch für möglich, dass, wie Plowright fand, in vielen Fällen die Teleutosporen erst im zweiten Sommer nach der Infektion auftreten.

Durch ein paar eigene Versuche habe ich das Vorkommen des *G. confusum* in Nordwestdeutschland festgestellt; es wurden mittels *G. confusum* auf *Crataegus* Aecidien, auf *Pirus communis* nur Spermogonien, mittels *G. Sabinae* auf *Pirus communis* Aecidien, auf *Crataegus* kein Erfolg erhalten (Klebahn, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 2. 94 u. 335).

Auf die wesentliche morphologische Verschiedenheit der Aecidien von *G. Sabinae* und *confusum* wurde bereits hingewiesen. Auch zwischen den Teleutosporen will Fischer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 263) Unterschiede nachweisen können, die aber sehr gering sind.

Gymnosporangium clavariaeforme (Jacq.) Reess.

Oersted (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1867. 210; kurze Mitteilung auch Bot. Zeit. 1867. 222) erzog aus den Sporidien von *Gymnosporangium clavariaeforme* auf *Crataegus Oxyacantha* L. Spermogonien und Aecidien

der *Roestelia lacerata* (Sow.) Mérat. Bis zum Auftreten der Spermogonien vergingen 10 Tage, bis zum Auftreten der Aecidien 3 Wochen.

Auch auf *Pirus Malus* L. will Örsted Aecidien erhalten haben, und zwar *Roestelia penicillata* (O. F. Müll.) Örst.; dagegen blieben *Pirus communis* und *Sorbus aucuparia* pilzfrei.

Da dieses Resultat sehr auffällig ist, führe ich die in Betracht kommenden Stellen wörtlich an. Es heisst S. 210: „Den 21. Mai overförtes Sporidierne paa de nysudsprungne Blade af smaa Exemplarer af Hvidtorn, Aeble, Paere og Rön, paa den i min foregaaende Afhandling beskrevne Maade. Allerede den 28. viste sig paa Overfladen of Hvidtornens Blade gule Pletter og de förste Anlaeg till Spermogonierne“ usw. Dann folgt Beschreibung der Spermogonien und Aecidien. Dann heisst es S. 212: „Af de forskjellige Pomaceer, paa hvilke Sporidierne af Baevrerusten overförtes, viste det sig nemlig, at disse ikke sloge an paa Paere og Rön, men vel paa Aeble, og dannede her den som *Roestelia penicillata* beskrevne Svamp.[1]) Men denne stemmer i Sporernes Bygning og i alle vaesentlige Forhold overens med Hvidtornens *Roestelia* .... Herved falder altsaa den Vanskelighed bort, som bestod deri, at vi her i Norden antoges at have 4 *Roestelia*-Arter, men kun 3 *Podisoma*-Arter. Her findes i Virkeligheden kun 3 Roestelier, men den ene of disse kan have to Arter of Pomaceer til Vaert, Hvidtorn og Aeble, og den antager et noget forskjelligt Udseende eftersom den huses af den ene eller den anden af disse to Vaerter.“ Auch in dem französischen Referat heisst es S. 38: „Le 21 mai, je semai des sporidies de *Podisoma clavariaeforme* sur des feuilles .... d'Aubéspine, de Pommier, de Poirier et de Sorbier. Déjà le 28 apparurent, sur la face supérieure des feuilles de l'Aubéspine, des taches jaunes“ .... Dann S. 39: „Quant aux trois autres Pomacées, les sporidies ne germèrent que sur le Pommier ... La Roestelie du pommier ne diffère pas de celle qui croît sur l'Aubéspine .... Il n'y a donc dans le Nord que 3 espèces de Roestelies“ usw.

Nach den Befunden der späteren Beobachter (s. *Gymn. tremelloides*) scheint es, als ob Örsted bei diesen Versuchen ein Versehen begegnet ist. S. 210 wird angegeben, dass *Gymnosporangium clavariaeforme* am Fundorte zugleich mit *G. juniperinum* aufgetreten sei; das letztere habe sich allerdings fast ausschliesslich auf den Nadeln gefunden. Nun ist *G. tremelloides* von *G. juniperinum* morphologisch nicht zu unterscheiden und scheint auch eine Nadelform zu haben. Es ist daher nicht unmöglich, dass Material von *G. tremelloides,* das Örsted für *G. juniperinum* hielt,

[1]) Dieser Passus ist im Original nicht gesperrt.

seinem Material beigemischt war, und dass dieses die Infektion der Apfelbäumchen bewirkt hat.

Bestätigende und erweiternde oder auch modifizierende Versuche sind in der Folgezeit in grosser Zahl ausgeführt worden:

Cornu (Bull. Soc. bot. France 25. 1878. 221) infizierte *Crataegus Oxyacantha* mit *G. clavariaeforme* von *Juniperus Oxycedrus* L.

Rathay (Oesterr. Bot. Zeitschr. 30. 1880. 241) erhielt Aecidien auf *Crat. Oxyacantha, monogyna* Jacq. und *Pirus communis* (von *Roestelia cancellata* verschieden), Spermogonien auf *Sorbus torminalis* Crantz., keinen Erfolg auf *Mespilus germanica, Pirus Malus, Sorbus domestica* und *S. Aria* Crantz. Die Aussaaten sind meist nur auf abgeschnittenen Zweigen ausgeführt worden.

Plowright (Gard. Chron. 18. 1882. 553; Grevillea 11. 1883. 9 u. 52; Journ. Linn. Soc. London 24. 1888. 93; Brit. Ured. 234) erhielt Aecidien auf *Crataegus Oxyacantha* und auf *Pirus communis* (nur in 2 von 7 Versuchen; von *Roest. cancellata* verschieden), keinen Erfolg auf *Pirus Malus* und *Sorbus aucuparia.*

v. Tubeuf (Centralbl. f. Bact. 9. 1891. 89) erhielt Aecidien auf *Crataegus Oxyacantha*, *Cr. nigra* Waldst. et Kit., und wenigstens Spermogonien (ob auch Aecidien, ist nicht bestimmt angegeben) auf *Cr.* „*grandiflora*“ und *Cr. sanguinea* Pall., ferner anscheinend spärliche Aecidien auf *Sorbus latifolia* Pers. („mehr *Aria* wie *torminalis*“), nur Spermogonien auf *Sorbus aucuparia* L. und *Cydonia vulgaris* Pers. Völlig immun blieben *Pirus Malus, Sorbus Aria, S. Chamaemespilus* und *Mespilus.* Infolge der Kultur im geschlossenen Raume waren die Peridien teilweise von abweichendem Bau, wie dies auch bei anderen Aecidien eintritt und mehrfach beschrieben ist; die auf *Cr. Oxyacantha* waren zum Teil der *Roestelia cornuta* ähnlich, die auf *Sorbus latifolia* waren „tiefversenkte Aecidien mit ganz kurzen und unscheinbaren Peridien“ und fanden sich auf „dicken gelben Zapfen“ der Blattunterseite (S. 97). Wegen dieser bei der Kultur hervortretenden Veränderlichkeit der Peridien möchte v. Tubeuf den makroskopischen Charakteren desselben keinen allzu grossen diagnostischen Wert zuerkennen, doch geht er hierin vielleicht etwas zu weit.

Thaxter erhielt mit nordamerikanischem Material des *G. clavariaeforme* von *Juniperus communis* Aecidien, die denen des europäischen Pilzes entsprechen und als *R. lacerata x* bezeichnet werden, auf *Crataegus tomentosa* L. (Proceed. Americ. Acad. n. s. 14. 1887. 263) und *Amelanchier canadensis* Torr. et Gr. (Bot. Gaz. 14. 1889. 167), während *Crataegus coccinea* L., *Sorbus americana* und *Pirus Malus* immun blieben. In

Connecticut Agric. Exp. Stat. Bull. 107. 1891. 4 gibt Thaxter an, dass früher veröffentlichte Versuche mit gleichem Erfolge wiederholt wurden.

Magnus (Ber. naturw.-med. Verein. Innsbruck 21. 1892/93. [24]) berichtet über Versuche, die J. Peyritsch angestellt hat, auf Grund der im Universitätsherbar zu Innsbruck aufgehobenen von Peyritsch herrührenden Exsiccaten. Peyritsch erhielt Aecidien auf *Crataegus Oxyacantha, nigra* und *Douglasii*, ferner wiederholt auf *Cydonia vulgaris*, Spermogonien und sehr spärliche Aecidien auf *Pirus communis*, nur Spermogonien auf *Crataegus tanacetifolia*, „Pilzfleckchen" auf *Sorbus Aria*, keinen Erfolg auf *Sorbus aucuparia*. Nach Fischer (Hedwigia 34. 1895. [5]) soll Peyritsch auch einen Versuch auf *Pirus Malus* gemacht haben, der „nur Spermogonien" lieferte. Magnus erwähnt denselben nicht.

Fischer (Entw. Unters. 84) erhielt reichliche Infektion von *Crataegus monogyna*, schwächere, aber auch Aecidien, auf *Pirus communis*, auf *Pirus Malus* in einigen Fällen keinen Erfolg, in anderen nur Spermogonien, keinen Erfolg auf *Sorbus aucuparia*.

Eigene Versuche habe ich in drei aufeinander folgenden Jahren mit Material von drei verschiedenen Standorten mit gut übereinstimmendem Erfolge gemacht (Klebahn, Kulturv. X. 150 [46]; XI. 55, und 1903). Die Nährpflanze der Teleutosporen war teils *Juniperus communis* L., teils *J. communis hibernica* Gordon. Die Entwickelung der Aecidiengeneration findet am reichlichsten und vollkommensten auf *Crataegus Oxyacantha* L. und *monogyna* Jacq. statt. Weniger reichliche Infektion und Aecidienbildung tritt ein auf *Pirus communis* L., eine noch etwas schwächere auf *Amelanchier vulgaris* Moench. Auf *Cydonia vulgaris* Pers. werden ziemlich reichliche Spermogonien erhalten, doch entwickeln sich die Pilzlager wenig weiter. Auch auf *Sorbus aucuparia* L. erhielt ich einmal ziemlich reichliche Spermogonien, die sich nicht weiter entwickelten. Auf *Pirus Malus* L., *Sorbus Aria* Crantz, *torminalis* Crantz, *Mespilus germanica* L., *Amelanchier canadensis* Torr. et Gr. und *Aronia nigra* Dipp. trat keinerlei Erfolg ein. Wegen des wiederholten Misserfolges auf *Amelanchier canadensis* glaube ich, dass das von Thaxter (s. oben) untersuchte Material doch mit dem europäischen nicht völlig identisch gewesen ist.

Nach der Gesamtheit dieser Versuche ist das Verhalten des Pilzes gegen diejenigen Pflanzen, die nicht seine eigentlichen Wirte sind, entweder je nach dem Ursprunge des Pilzes, oder nach den zufällig bei den Versuchen vorhandenen Bedingungen ein schwankendes, während die Hauptnährpflanzen jederzeit leicht und reichlich infiziert werden. Die

folgende Tabelle stellt die Resultate der bisher mit den Sporidien vorgenommenen Aussaatversuche zusammen.

	Örsted	Cornu	Rathay	Plowright	v. Tubeuf	Thaxter	Peyritsch	Fischer	Klebahn
Cydonia vulgaris Pers.	.	.	.	.	S	.	A	.	S
Pirus Malus L.	A	.	—	—	—	—	S?	S	—
„ *communis* L.	—	.	A	A	.	.	(A)	A	A
Sorbus Chamaemespilus Crantz	.	.	.	.	—	.	.	.	.
„ *aucuparia* L.	—	.	.	—	S	.	—	—	S
„ *domestica* L.	.	.	—	.	.	.	.	.	.
„ *americana* Marsh.	.	.	.	.	.	—	.	.	.
„ *Aria* Crantz	.	.	—	.	—	.	?	.	.
„ *torminalis* Crantz	.	.	S	.	.	.	.	.	.
„ *latifolia* Pers.	.	.	.	.	A	.	.	.	.
Mespilus germanica L.	.	.	—	.	—	.	.	.	.
Crataegus Oxyacantha L.	A	A	A	A	A	.	A	.	A!
„ *monogyna* Jacq.	.	.	A	.	.	.	.	A	A!
„ *nigra* Waldst et Kit.	.	.	.	.	A	.	A	.	.
„ *grandiflora* C. Koch	.	.	.	.	S	.	.	.	.
„ *tomentosa* L.	.	.	.	.	.	A	.	.	.
„ *coccinea* L.	.	.	.	.	.	—	.	.	.
„ *sanguinea* Pall.	.	.	.	.	S	.	.	.	.
„ *Douglasii* Lindl.	.	.	.	.	.	.	A	.	.
„ *tanacetifolia* Pers.	.	.	.	.	.	.	S	.	.
Amelanchier canadensis Medic.	.	.	.	.	.	A	.	.	.
„ *vulgaris* Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	A
Aronia nigra Britt.	.	.	.	.	.	.	.	.	—

Es bedeutet A Aecidien, S nur Spermogonien, — kein Erfolg, . nicht geprüft.

Erfolgreiche Aussaaten auf *Juniperus communis* mittels der Aecidiosporen von *Crataegus Oxyacantha* haben Plowright (Brit. Ured. 234) und v. Tubeuf (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 3. 1893. 202) ausgeführt. Plowright erhielt nach der Aussaat im Juni erst im April des zweitfolgenden Jahres Erfolg (1884/86); v. Tubeuf dagegen bereits im Mai des folgenden Jahres.

Die Anatomie der durch das Aecidienmycel erzeugten Gallen ist von Géneau de Lamarlière (Revue générale de Bot. 10. 1898. 226) studiert und mit dem Verhalten der entsprechenden normalen Gewebe verglichen worden. Es sind Aecidiengallen der Zweige, der Blattstiele, der Blätter und der Früchte zu unterscheiden; die Veränderungen der

Gewebe sind aber in allen vier Arten im wesentlichen dieselben; sie bestehen in einer Vermehrung der Masse der Gewebe, aber in einer Hemmung der Differenzierung der einzelnen Elemente. Cuticula und Epidermis werden mangelhaft, Kork und Phelloderm gar nicht ausgebildet. Gefässbündel werden zwar reichlicher angelegt, aber ihre Elemente erlangen nicht oder mangelhaft ihre Vollendung. Die parenchymatischen Gewebe mit Einschluss derjenigen des Holzes, ebenso Collenchym und Sklerenchym werden in ein Nähr- und Reserveparenchym umgewandelt. Die Hauptmasse des Gewebes der Galle geht aus der Rinde, bezüglich dem Schwammparenchym der Blätter hervor: diese Gewebe erfahren eine bedeutende Massenzunahme, die weniger auf einer Vermehrung der Zellenzahl als auf einer Vergrösserung der einzelnen Zellen beruht. Alle Zellen bleiben dünnwandig. Von den Geweben des Blattes wird das Pallisadengewebe verhältnismässig am wenigsten verändert.

Das Mycel des Pilzes verbreitet sich in den Interzellularräumen, mitunter wächst es aber auch die Wände durchbohrend weiter. Es ist besonders reichlich in den aus Pericykel und Bast hervorgehenden Geweben enthalten. Haustorien werden in grösster Zahl in den leitenden Elementen des Bastes gebildet.

Eine anatomische Untersuchung über die durch das *Gymnosporangium* hervorgerufenen Veränderungen der *Juniperus*-Zweige verdanken wir Wörnle (Forstl. naturw. Zeitschr. 3. 1894. 142). Anfangs ist die durch den Pilz bewirkte Anschwellung der Rinde eine einseitige, aber bereits im 2. Jahre ist die Rinde im ganzen Umfange des Zweiges fast gleichmässig angeschwollen, Mycel und Sporenlager finden sich auf allen Seiten des Querschnitts. Die Anschwellung beruht einerseits auf starker Vermehrung der konzentrischen Reihen des Bastes, andererseits auf der Wucherung des Parenchyms in den Reihen und in den Markstrahlen. Auch das die Zellen auseinanderdrückende Mycel trägt zur Vermehrung der Masse bei; vielfach verzweigt, geknäuelt und geballt, findet es sich in der Aussenschicht des Bastes in bedeutenden Massen und füllt grosse Interzellularräume aus. Er dringt frühzeitig, besonders durch die Markstrahlen, bis zum Cambium vor und bewirkt Veränderungen der aus demselben hervorgehenden Gewebe. Die Siebröhren werden undeutlich, die Bastfasern zeigen einen geschlängelten, unregelmässigen Verlauf, die Parenchymzellen bekommen ungewöhnliche Form und Grösse. Das Mycel, das diese Gewebe in grossen Mengen erfüllt, ist weniger verzweigt, sondern mehr langfädig. Im Holze werden nur dickwandige, im Querschnitt lose zusammenhängende Tracheiden mit vielen Interzellularen gebildet; sehr auffällig ist die Vermehrung der vielschichtig werdenden Markstrahlen,

die oft nur durch eine Zellenlage Tracheiden getrennt sind. Daneben treten noch weitere Parenchymbildungen im Holze auf, schmale Zonen aus Strahlen- und Stranggewebe gebildet, ohne Mycel, die unter Umständen geschlossene Kreise bilden können. Die Fruchtpolster sind solid; die längsten Sporenstiele erreichen die Länge des Polsters. Nach dem Abfallen der Fruchtpolster bildet sich ein Vernarbungsgewebe, und es entsteht dabei eine Art Schuppenborke. Die nächstjährigen Sporenpolster brechen an anderen Stellen hervor.

Das Verhalten des *Gymnosporangium clavariaeforme* und des *G. confusum* bietet noch ein besonderes Interesse in Bezug auf die Spezialisierungserscheinungen. *Gymnosporangium confusum* bringt auch schwachen Erfolg auf *Pirus communis*, *G. clavariaeforme* wenigstens gelegentlich Spermogonien auf *Sorbus aucuparia* hervor. Beide Pilze sind also, um den Ausdruck Eriksson's zu gebrauchen, in biologischer Beziehung „nicht scharf fixiert", und dennoch sind sie durch so gute morphologische Merkmale von ihren nächsten Verwandten getrennt, dass über ihre spezifische Selbständigkeit kein Zweifel sein kann.

Anmerkung: Ein echtes Aecidium auf *Crataegus* ist das von Dietel und Holway beschriebene *Aec. Blasdaleanum*.

Gymnosporangium juniperinum (Linn.) Fr.

Örsted (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1866. 192) erzog aus den Sporidien des *Gymnosporangium juniperinum* von *Juniperus communis* und zwar anscheinend aus der zweigbewohnenden Form (s. Fig. 2, 3, 8, 9) Spermogonien (nach 8 Tagen) und Aecidien [*Roestelia cornuta* (Gmel.) Tul. = *R. cornifera* (O. F. Müller, Flor. Dan. 1780. 838) Örsted] auf *Sorbus aucuparia* L. Durch Aussaat der Aecidiosporen auf junge *Juniperus*-Triebe erhielt er Mycel in der Rinde.

Von den späteren Beobachtern wird eine weit grössere Zahl von Nährpflanzen angegeben, auf denen das *Gymnosporangium* Aecidien hervorrufen soll; es kann aber jetzt wohl als sicher gelten, dass mindestens zwei einander ähnliche Pilze, *G. juniperinum* und *G. tremelloides* (s. dieses) mit einander verwechselt worden sind und vielleicht in einzelnen Fällen auch gemischt vorgelegen haben.

Rathay (Oesterr. Bot. Zeitschr. 30. 1880. 241; Denkschriften Akad. Wien 16. 1883. 21) rechnet zu *Gymn. juniperinum* auf Grund von Kulturversuchen die Aecidien auf *Sorbus aucuparia (R. cornuta), Sorbus Aria, Pirus Malus (R. penicillata),* ferner die *Roestelia* auf *Cydonia vulgaris*. Ohne Erfolg war die Aussaat auf *Mespilus germanica, Crataegus Oxyacantha, Cr. monogyna, Sorbus domestica, S. torminalis*. Die *Roestelia*

auf *Amelanchier vulgaris (Aronia rotundifolia)* stellt Rathay auf Grund des Vorkommens am Teleutosporenfundorte hierher, und als in höchstem Grade wahrscheinlich bezeichnet er es, dass *G. juniperinum* auch auf *Pirus communis* eine *Roestelia* hervorrufe. Rathay hat die Versuche zum Teil mit abgeschnittenen Zweigen gemacht und daher wohl nicht immer reife Aecidien erhalten, wo sie hätten entstehen können. Das Teleutosporenmaterial scheint mehr als eine Art enthalten zu haben.

Plowright (Grevillea 11. 1883. 52; Journ. Linn. Soc. London 24. 1888. 93; Brit. Ured. 235) erhielt mit *G. juniperinum* nur auf *Sorbus aucuparia* Erfolg, nicht auf *Pirus Malus, Sorbus Aria, Cydonia vulgaris.*

Brebner (Journ. of Bot. 26. 1888. 218) hat auf „mountain-ash“ *Roestelia cornuta* aus *„Gymn. Juniperi“* gezogen.

Peyritsch erhielt nach Magnus (Naturw.-med. Verein. Innsbruck 21. 1892/93 [26]) durch Aussaat des *G. juniperinum* Aecidien auf *Sorbus Aria*[1]), *Pirus Malus*[1]), *Aronia rotundifolia*[2]), „Erfolg“, d. h. wohl auch Aecidien auf *Sorbus aucuparia*, „dicke Pilzbeulen“ auf *Pirus communis* und *Sorbus Aria* × *Chamaemespilus*, nur Spermogonien auf *Sorbus Chamaemespilus, S. torminalis, Crataegus Pyracantha, Cydonia vulgaris,* gelbe Flecken auf *Mespilus macrocarpa.* Auch das Material von Peyritsch scheint eine Mischung gewesen zu sein.

v. Tubeuf ist in seinen älteren Arbeiten der Ansicht, dass *G. juniperinum* und *G. tremelloides* zu einer und derselben Art gehören (Centralbl. f. Bact. 9. 1891. 90, und rechnet zu dieser Art auch die von ihm wieder aufgefundene nadelbewohnende Form (S. 168). Als Aecidien sollen sowohl *Roestelia cornuta* wie *R. penicillata* dazu gehören (v. Tubeuf, Bot. Centralbl. 46. 1891. 19). Den makroskopischen Unterschieden legt er wenig Bedeutung bei (vgl. *G. clavariaeforme*). Später berichtet v. Tubeuf (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 3. 1893. 201), dass er mit der nadelbewohnenden Form auf *Sorbus aucuparia* Spermogonien (keine Aecidien), mit der stammbewohnenden nur auf *Amelanchier vulgaris* „Erfolg“ erzielt habe. Die nadelbewohnende Form wurde auch auf *Juniperus nana* Willd. beobachtet, neben Aecidien auf *Sorbus aucuparia.*

E. Fischer (Hedwigia 34. 1895. 1) untersuchte die Peridienzellen mikroskopisch und fand scharfe Unterschiede zwischen denselben bei den einzelnen Arten (Abbildungen l. c.). Er unterscheidet insbesondere *Roestelia penicillata* von *R. cornuta* und hält die Zugehörigkeit zu zwei verschiedenen Teleutosporenarten, *G. tremelloides* und *G. juniperinum,*

---

[1]) *Roestelia penicillata* nach mikroskopischer Untersuchung durch E. Fischer (Hedwigia 34. 1895. 5).

[2]) *Roestelia cornuta* nach Fischer l. c.

für wahrscheinlich. Dieser Ansicht schliesst sich Dietel (Forstl.-naturw. Zeitschr. 8. 1895. 346) an, und stellt auch zwischen den Teleutosporen der grossen Rindenform *(tremelloides)* und denen der kleinen Nadel- und Zweigpolster *(juniperinum)* bestimmte mikroskopische Unterschiede fest.[1]) Fischer (Bull. Herb. Boissier 6. 1898. 15) erwähnt dann auch einige Beobachtungen über Nebeneinandervorkommen, die für die Zugehörigkeit der Nadelform, die er auch auf *Juniperus nana* beobachtete, zu *Roestelia* auf *Sorbus aucuparia* sprechen.

Neuerdings hat v. Tubeuf (Arbeit. Biol. Abteil. f. Land- u. Forstwirtsch. K. Gesundheitsamt 2. 1901. 177) abermals Versuche gemacht und zwar mit der Nadelform und der kleinen damit gleichzeitig auftretenden Rindenform. Er erhielt dabei nur auf *Sorbus aucuparia* Erfolg, und zwar im Gewächshause nur Spermogonien, im Freien auch Aecidien. *Amelanchier vulgaris* wurde nicht geprüft. *Sorbus Aria, hybrida, Chamaemespilus, Pirus communis, P. Malus, Cydonia vulgaris, Crataegus Oxyacantha* und andere *Crataegus*-Arten sowie *Mespilus vulgaris* blieben pilzfrei. Nach diesen Versuchen hält auch v. Tubeuf die Verschiedenheit von *G. juniperinum* und *G. tremelloides* für erwiesen und stellt zu ersterem die *Roestelia cornuta* auf *Sorbus aucuparia* L. und *Amelanchier vulgaris* Moench, zu letzterem die *Roestelia penicillata* auf *Pirus Malus* L., *Sorbus Aria* Crantz und *S. Chamaemespilus* Crantz.

Der Beweis, dass die Aecidien auf *Sorbus aucuparia* und *Amelanchier vulgaris* identisch sind, ist übrigens nicht erbracht.

Eigene Versuche stellte ich mit einer Rindenform von Jena an, neben der nur spärliche Pilzlager auf einzelnen Nadeln vorhanden waren (leg. E. Stahl). Unter Glasglocken ausgeführte Versuche brachten nur auf *Sorbus aucuparia* Erfolg, Spermogonien und Aecidien. *Crataegus Oxyacantha, Sorbus Aria, torminalis, Pirus Malus, communis, Aronia nigra* blieben pilzfrei. Im Freien (daher nicht genügend beweiskräftig) wurden *Amelanchier canadensis, Cydonia vulgaris* und *Mespilus germanica* ohne Erfolg besät. *Amelanchier vulgaris* stand mir damals nicht zur Verfügung (Klebahn, Kulturv. X. 151 [47]).

Ob das Aecidium auf einzelne andere Pomaceen überzugehen vermag, bedarf noch weiterer Untersuchung.

Als *G. conicum* bezeichnet Thaxter in früheren Arbeiten den später als *G. nidus-avis* beschriebenen Pilz (s. dieses). Das echte *G. conicum* =

---

[1]) *G. tremelloides* Tel. 40—66 : 22—31. Membran vou gleichmässiger Stärke. *G. juniperinum* Tel. 31—52 : 21—30. Membran über den Keimporen (seitlich neben der Scheidewand oder an der Spitze) zu farblosen Papillen verdickt. Abbildungen l. c.

juniperinum ist in Amerika nicht gefunden oder bis dahin übersehen (Botan. Gazette 14. 1889. 172).

Die folgende Übersicht zeigt die mit *G. juniperinum* und *tremelloides* ausgeführten Versuche.

	juniperinum						*tremelloides*				Misch.?	
	Örsted *	Plowright	v. Tubeuf †	v. Tubeuf *	v. Tubeuf † *	Klebahn *	Hartig	Rostrup	Nawaschin	Fischer	Rathay	Peyritsch
Cydonia vulgaris Pers. . . .	.	—	.	.	—	.	.	.	.	—	A	S
Pirus Malus L.	.	—	.	.	—	—	.	A	A	—	A	A
„ *communis*	.	.	.	.	—	—	.	.	.	—	A?	A?
Sorbus Chamaemespilus Crantz	.	.	.	.	—	.	(A)	.	.	.	.	S
„ *aucuparia* L.	A	A	S	.	A	A	.	.	.	—	A	A?
„ *domestica* L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	.
„ *Aria* Crantz	.	—	.	.	—	—	A	.	.	A	A	A
„ *torminalis* Crantz . . .	.	.	.	.	.	—	.	.	.	.	—	S
„ *hybrida* L.	.	.	.	.	—	.	.	.	.	.	.	.
„ *Aria* × *Chamaemespilus*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A?
Mespilus germanica L. . . .	.	.	.	.	—	—	.	.	.	.	—	.
„ *marcrocarpa* Heg. . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	F
Crataegus Pyracantha Medic.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	S
„ *Oxyacantha* L.	.	.	.	.	—	—	.	.	.	.	—	.
„ *monogyna* Jacq. . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	.
Amelanchier vulgaris Moench	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	A?	A
„ *canadensis* Torr. et Gr.	.	.	.	.	.	—	.	.	.	.	.	.
Aronia nigra Britt.	.	.	.	.	.	—	.	.	.	.	.	.

Es bedeutet A Aecidien, S nur Spermogonien, F nur Flecken, — kein Erfolg, . nicht geprüft, * Rindenform, † Nadelform.

Eine anatomische Untersuchung der durch *G. juniperinum* veränderten Zweige lieferte Wörnle (Forstl.-naturw. Zeitschr. 3. 1894. 70). Er nennt den Pilz zwar auch *G. tremelloides*, hat aber wenigstens teilweise dasjenige Material zu Grunde gelegt, welches v. Tubeuf zu seinen Versuchen verwandte. Das Mycel der Nadelform breitet sich zwischen Hypodermis und Endodermis im Blattgewebe aus und regt dasselbe zu rascherer Vermehrung und Teilung an; es ist interzellular und bildet Haustorien. Die durch das Teleutosporenpolster gebildete Wundstelle sucht die Nadel durch Korkbildung zu heilen. Mitunter, aber nicht häufig, widersteht eine Nadel mehrere Jahre den Angriffen des Pilzes. Die Nadelpolster entstehen durch selbständige Infektion der Nadeln, nicht durch Mycel aus den Zweigen. Die kleine Rindenform des Pilzes tritt nur in unmittelbarer Nähe infizierter Nadeln auf den jüngsten Zweigen

auf. Ihr Mycel steht mit dem der Nadeln in Zusammenhang. Es verbreitet sich in der Rinde um den ganzen Zweig und auch etwas nach oben und unten; stellenweise dringt es mit den Markstrahlen bis gegen das Cambium und selbst noch tiefer ein. Es hemmt die Holz- und Jahrringbildung, bringt aber die Rindengewebe zu starkem Anschwellen. Von dieser kleinen unterscheidet Wörnle eine grössere Rindenform. Sie tritt meist ohne die Nadelform auf und ergreift die Zweige einseitig. Ihr Mycel dringt rasch bis zum Cambium vor und bewirkt eine starke Wucherung der Bastgewebe sowie eine Wucherung und eigentümliche Zerklüftung des Holzkörpers durch Parenchymbildungen, die im Anschlusse an die Markstrahlen aus diesen und aus Strangparenchym entstehen. Diese Parenchymwucherungen enthalten reichliches Mycel. Die Tracheiden der kranken Jahrringe werden dünnwandig. Nach dem Abfallen des Sporenpolsters entsteht dicht unter dem Pseudoparenchym ein Vernarbungsgewebe; dieses wird im folgenden Jahre durch ein neues Sporenpolster wieder gesprengt. Der Pilz wirkt in hohem Grade pathologisch und bringt die Zweige rasch zum Absterben.

Bei dem echten *G. tremelloides*, das Wörnle an Material von Nawaschin (s. u.), und zwar der Rindenform untersuchte, fand sich das Mycel rings herum, und es folgten auf normale Jahrringe plötzlich nach allen Seiten stark verbreiterte. Der ganze Bast enthält Mycel in Menge. Das Holz ist in ähnlicher Weise wie bei der grösseren Rindenform durch Parenchymstreifen, die verbreiterten Markstrahlen entsprechen, zerklüftet. Dieselben sind hier schmäler, aber zahlreicher. Eine genauere Vergleichung der Wirkungen von *G. juniperinum* und *G. tremelloides* wäre jetzt, nach Feststellung der Verschiedenheit, erwünscht.

Die Aecidienlager auf den Blättern von *Sorbus aucuparia* sind von Géneau de Lamarlière (Revue générale de Bot. 10. 1898. 282) anatomisch untersucht worden. Die Veränderungen entsprechen durchaus denen, welche *Roestelia lacerata* auf den Blättern der Nährpflanze hervorruft, und es kann hier auf das unter *G. clavariaeforme* Gesagte verwiesen werden.

Gymnosporangium tremelloides R. Hartig.

Hartig schreibt in seinem „Lehrbuch d. Baumkrankheiten (1882. 55) bei Besprechung der *Gymnosporangium*-Arten: „Zu den drei vor-„stehend aufgeführten Arten dürfte eine vierte hinzutreten, deren Aecidium „ungemein häufig in den bayerischen Alpen auf *Sorbus Aria* und *Chamae-„mespilus* anzutreffen ist und bereits als eigene Form *Aecidium penicil-„latum* beschrieben worden ist. In gleicher Häufigkeit trifft man auf

„*Juniperus communis* daselbst eine Teleutosporenform an, ... deren Zu-„sammenhang mit der Aecidienform auf *Aria* durch Infektionsversuche „im Garten des hiesigen forstbotanischen Instituts erwiesen ist. Ich wähle „für diese Art den Namen *Gymnosporangium tremelloides*." Dann folgt die Beschreibung. Der Name *tremelloides* findet sich zwar bereits bei A. Braun (Bot. Zeitg. 1867. 94). Es lässt sich aber auf die dort vorhandenen Angaben keine Priorität gründen.

Rostrup (Meddel. bot. Foren. Kjöbenhavn 2. 1888. 88) hält auf Grund der morphologischen Unterschiede und seiner Beobachtungen über Verbreitung und Entwickelungszeit[1]) *Roestelia penicillata* (O. F. Müller) Fr. für verschieden von *R. lacerata*, entgegen Örsted's Annahme (s. *G. clavariaeforme*). Er berichtet, dass C. Gad 1886 neben Apfelbäumen, die vorher mit *Roestelia penicillata* behaftet gewesen waren, *G. tremelloides* R. Hartig gefunden und mittels der Sporidien desselben Spermogonien auf *Pirus Malus* hervorgerufen habe, und dass er selbst (Rostrup) 1887 aus 1886 spät erhaltenen und (wohl im Hause) überwinterten(!) Teleutosporen des *G. tremelloides* auf sechs verschiedenen Apfelsorten Spermogonien und Aecidien erzogen habe, allerdings im Freien, so dass die Versuche nicht unbedingt beweisend sind (s. auch Rostrup, Tidsskr f. Skovbrug 12. 176).

Nawaschin (Scripta botanica Horti Petropolitani 1888. 177. infizierte mit einem bei Moskau auf *Juniperus communis* auftretenden *G. tremelloides Pirus Malus* und erhielt *Roestelia penicillata*. Am Fundorte trat ausser der zweigbewohnenden Form auch eine nadelbewohnende auf, und zwar häufiger als erstere. Auf meine Anfrage, mit welcher Form seine Versuche ausgeführt worden seien, teilt mir Herr Prof. Nawaschin mit, dass er *Juniperus*-Zweige in dem Apfelbaume aufgehängt habe, so dass zwar die nadelbewohnende Form mit zugegen gewesen sei, sich aber nicht entscheiden lasse, ob dieselbe auf das Resultat einen Einfluss gehabt habe.

Plowright (Brit. Ured. 236) erhielt keinen Erfolg auf *Pirus Malus* und *Sorbus Aria* bei der Aussaat von *G. juniperinum* und spricht sich daher für die Verschiedenheit dieses Pilzes von *G. tremelloides* aus.

E. Fischer (Entw. Untersuch. 85; s. auch Bull. Herb. Boiss. 6. 1898. 16) machte, nachdem er schon früher (Hedwigia 34. 1895) auf die morphologischen Unterschiede zwischen *Roestelia penicillata* und den übrigen Roestelien hingewiesen, Versuche mit dem „unregelmässig muschelförmigen", auf den Zweigen von *Juniperus communis* lebenden *Gymnosporangium*,

---

[1]) *R. penicillata* später entwickelt.

dessen Sporen keine Papillen haben. Er erhielt nur auf *Sorbus Aria* Spermogonien und Aecidien; pilzfrei blieben *Sorbus aucuparia, Pirus communis, Cydonia vulgaris* und auffälligerweise auch *Pirus Malus.* Er schliesst hieraus auf die Verschiedenheit des *G. tremelloides* von *G. juniperinum.*

v. Tubeuf, der sich anfangs für die Identität von *G. tremelloides* mit *G. juniperinum* ausgesprochen hatte, hat sich neuerdings auch für die Verschiedenheit derselben entschieden. Näheres unter *Gymn. juniperinum.*

Gymnosporangium tremelloides bedarf genauerer Untersuchung. Vergleichende Kulturversuche hat nur Fischer ausgeführt, und mit diesen lassen sich die Ergebnisse der übrigen Forscher noch nicht zu einem klaren Gesamtbilde vereinigen. Es wäre nicht unmöglich, dass in *G. tremelloides* noch verschiedene Formen verborgen wären. Bei Jena habe ich auch Aecidienflecke auf *Sorbus torminalis* gesehen, über deren Zugehörigkeit sich nach den bisher vorliegenden Versuchen nichts vermuten lässt.

Gymnosporangium globosum Farlow.

Farlow (Anniv. Mem. Boston Soc. nat. Hist. 1880. 34) erhielt auf *Crataegus tomentosa* L. sowie (Proc. Americ. Acad. n. s. 12. 1885. 312) auf *Crataegus Douglasii* Lindl. und *Oxyacantha* L. Spermogonien durch Aussaat der Sporidien des *Gymnosporangium globosum.*

Thaxter (Proc. Americ. Acad. n. s. 14. 1887. 263; Bot. Gaz. 14. 1889. 167) erzog aus den Sporidien des *G. globosum* von *Juniperus virginiana* L. Aecidien auf *Crataegus coccinea* L. (diese werden als *Roestelia lacerata* y bezeichnet) und auf *Pirus Malus* (*R. lacerta* z); auf *Sorbus americana* Marsh., *Cydonia vulgaris* L. und *Amelanchier canadensis* Medic. erhielt er nur Spermogonien. Später erhielt Thaxter (Connecticut Agric. Exp. Station Bull. Nr. 107, New Haven 1891. [4]) auch auf *Sorbus americana* und *Crataegus Crus Galli* L. ausgebildete Aecidien. Die *Roestelia* auf *Pirus Malus* gehört zu den in jener Gegend (Connecticut) auf dieser Pflanze besonders häufigen Pilzen.

Der von amerikanischen Mykologen als *R. lacerata* bezeichnete Pilz (*R. lacerata* y Thaxter) ist von der europäischen *R. lacerata* (*R. lacerata* x Thaxter) nach Thaxter verschieden. Die kleinere Form *R. lacerata* z ist nach Thaxter wohl mit *R. lacerata* y identisch. Beide ähneln der als *R. cornuta* bezeichneten Form, die in Amerika auf *Sorbus americana, Pirus arbutifolia* und *Amelanchier canadensis* vorkommt (Thaxter) 1887. 267). Ob alle diese Formen zu *G. globosum* gehören, oder ob

sich noch selbständige darunter finden, geht aus den folgenden Arbeiten Thaxter's nicht bestimmt hervor und bedürfte wohl weiterer Untersuchung.

Eine kurze Beschreibung der Peridienzellen von „*Roestelia globosa* Thaxter“ mit Abbildung gibt Fischer (Hedwigia 34. 1895. 4).

Dem *Gymnosporangium globosum* ist das europäische *G. fuscum* (also *G. Sabinae* und *confusum*) nach Thaxter ähnlich.

Gymnosporangium clavipes Cooke et Peck.

Farlow (Proc. Americ. Acad. n. s. 12. 1885. 313 u. 315) erhielt durch Aussaat der Sporidien des *Gymnosporangium clavipes* (von *Juniperus virginiana* L. oder *communis* L.?) Spermogonien auf *Amelanchier canadensis* Medic., *Pirus Malus* L. und *P. arbutifolia* L.; *Crataegus Oxyacantha* und *Cr. Douglasii* blieben pilzfrei.

Thaxter (Proc. Americ. Acad. n. s. 14. 1887. 264) erhielt auf *Amelanchier canadensis* Aecidien (*Roestelia aurantiaca* Peck), auf *Pirus Malus* ein einziges Mal Spermogonien; *Pirus arbutifolia* und *Crataegus tomentosa* blieben pilzfrei.

Als sicher nachgewiesene Nährpflanzen können nur *Amelanchier canadensis* Medic. und *Juniperus virginiana* L. (*J. communis* L.?) gelten. Ob die auf *Crataegus* und *Cydonia* von Farlow und Seymour angegebene *Roestelia aurantiaca* hierher gehört, erscheint fraglich.

Wörnle (Forstl.-nat. Zeitschr. 3. 1894. 168) lag ein 3jähriger Zweig von *J. virginiana* vor, der bis in die jüngsten Triebe hinauf mit kleinen Sporenpolstern besetzt war; Deformationen waren nicht vorhanden. Das Mycel muss aus den älteren in die jüngeren Triebe hineingewachsen sein. Die anatomischen Veränderungen scheinen an dem vorliegenden Material nicht so auffällig gewesen zu sein, wie bei anderen Arten. Die Markstrahlen waren vermehrt und vergrössert, der Bast durch Parenchymwucherung vermehrt und die Bastfasern dünnwandig.

Gymnosporangium macropus Lk.

Farlow (Anniv. Mem. Boston Soc. nat. Hist. 1883. 34) erhielt durch Aussaat der Sporidien des *Gymn. macropus* (von *Juniperus virginiana* L.) Spermogonien auf *Amelanchier canadensis* Medic., *Crataegus tomentosa* L., sowie (Proc. Americ. Acad. n. s. 12. 313) auf *Crataegus Douglasii* Lindl., *Pirus Malus* L. und *Pirus arbutifolia* L.

Thaxter (Proc. Americ. Acad. n. s. 14. 1887. 262; Bot. Gaz. 14. 1889. 166) erhielt Aecidien [*Roestelia pirata* (Schwein.) Thaxter] auf *Pirus Malus* L. Kein Erfolg trat ein auf *Sorbus americana*, *Pirus arbutifolia*, *Crataegus coccinea* und *Amelanchier canadensis*. In Connecticut

Agric. Exp. Stat. Bull. 107. 1891. 4 gibt Thaxter an, dass früher veröffentlichte Versuche mit gleichem Erfolge wiederholt wurden.

Halsted (Bot. Gaz. 11. 1886) erhielt Spermogonien und Aecidienanlagen auf *Pirus coronaria* L.

Roestelia pirata bildet zusammen mit *R. lacerata* x Thaxter die *R. penicillata* der amerikanischen Autoren (Thaxter, Bot. Gaz. 1889. 171); die echte *penicillata* ist in Amerika nicht gefunden. Die Zugehörigkeit der Aecidien *(R. pirata)* auf *Amelanchier canadensis, Crataegus Crus galli, Pirus angustifolia* bedarf weiterer Prüfung.

G. macropus veranlasst sehr eigentümliche kugelförmige Anschwellungen an der Spitze kurzer nadelbesetzter Zweige an den jüngsten Trieben von *J. virginiana.* Auf den Kugeln sitzen die zäpfchenförmigen Fruchtlager auf besonderen Erhöhungen. Das Gewebe der Kugeln ist von fleischiger Konsistenz und besteht aus dünnwandigem, grosszelligem, mit Stärke erfülltem Parenchym. Der unten eintretende Holzkörper des Stielchens zersplittert sich strahlenförmig in zahlreiche, nach allen Richtungen verlaufende Tracheidenbündelchen. Das Ganze ist also eine Umwandlung der Triebspitze, in der das Parenchym üppig wuchert. In den grossen Interzellularen breitet sich ein langfädiges Mycel aus. Die Oberfläche ist mit Kork bedeckt, der infolge wiederholter Erneuerung beim Wachstum der Kugel eine braune Kruste bildet. Die Sporenlager werden in ähnlicher Weise hohl, wie die von *G. Sabinae* (Wörnle, Forstl.-nat. Zeitschr. 3. 1894. 170).

Gymnosporangium nidus-avis Thaxter.

Thaxter (Proc. Americ. Acad. n.s. 14. 1887. 264; Bot. Gaz. 14. 1889. 167) erzog aus den Sporidien des damals als *Gymn. conicum* bezeichneten und auch mit *G. clavipes* verwechselten Vogelnest-Gymnosporangiums von *Juniperus virginiana* L. ein der *Roestelia cornuta* ähnliches Aecidium auf *Amelanchier canadensis* Medic., sowie einmal Spermogonien auf *Pirus Malus* L.; *Crataegus coccinea* L., *Sorbus americana* Marsh. und *Pirus arbutifolia* L. blieben pilzfrei. Später hat Thaxter (Connecticut Agric. Exp. Station Bull. Nr. 107, New Haven 1891) den Pilz unter dem Namen *G. nidus-avis* als besondere Art unterschieden. Er erwähnt, ohne Einzelheiten anzugeben, Versuche, die alljährlich seit 1886 mit gleichem Erfolge angestellt worden seien, und nennt dann als Aecidiennährpflanze ausser *Amelanchier canadensis,* die besonders reichlich befallen wird, auch *Cydonia vulgaris* L., aber ohne besondere auf diese Pflanze bezügliche Versuche namhaft zu machen.

Der Pilz war in den Kulturen durch rasche Entwickelung ausgezeichnet. Im Freien trifft man die *Roestelia* oft mit *R. lacerata*, von der sie bei einer gewissen Ähnlichkeit doch makroskopisch und mikroskopisch verschieden ist, vergesellschaftet.

Gymnosporangium Nelsoni Arthur.

Arthur (Bull. Torr. Bot. Club 1901. 665) beschreibt als neue Arten *Gymnosporangium Nelsoni* auf *Juniperus scopulorum* Sargent und *Roestelia Nelsoni* auf *Amelanchier alnifolia* Nutt. und vermutet ihren Zusammenhang wegen des von A. Nelson beobachteten Vorkommens an genau derselben Stelle (Laramie Hills, Wyoming).

Gymnosporangium japonicum Sydow.

Shirai (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X. 1900. 1—4) berichtet, dass in Japan *Roestelia koreaensis* P. Henn. neben oder zugleich mit *Fusicladium pyrinum* den Birnen (*Pirus „sinensis“* Lindl.?, Poir.?) grossen Schaden tue. Er wies den Zusammenhang dieser *Roestelia*, die *R. cornuta* ähnlich ist, mit *Gymnosporangium japonicum* auf *Juniperus chinensis* L. nach, indem er das Eindringen der Keimschläuche der Sporidien in die Birnenblätter verfogte und auf Birnensämlingen Aecidien heranzog. Es vergingen etwa 10 Tage bis zur Spermogonienbildung und dann noch 5 Wochen bis zur Aecidienreife. Shirai meint (S. 3), dass sich die Sporidien auch auf Apfel- und Quittenblättern weiter entwickeln, erwähnt aber keine Versuche.

Das *Gymnosporangium* erinnert nach den beigegebenen Abbildungen (l. c. Taf. I. u. II) mehr an *G. clavariaeforme* und *G. Sabinae* als an *G. juniperinum* oder *tremelloides*. Es kommt aber ausser in einer Rindenform auch in einer Nadelform vor.

Als Hauptverbreiter der Sporidien von einer Pflanze zur anderen sieht Shirai nicht den Wind an, sondern Insekten, z. B. Fliegen und namentlich Honigbienen (vgl. Kap. IV, S. 33).

Gymnosporangium biseptatum Ellis.

Farlow (Anniv. Mem. Boston Soc. nat. Hist. 1880. 35) erhielt durch Aussaat der Sporidien des *Gym. biseptatum* (von *Chamaecyparis sphaeroidea* Spach. = *Cupressus thuyoides* L.) einmal Spermogonien auf *Crataegus tomentosa* L. und später (Proc. Americ. Acad. n. s. 12. 1885. 311) Spermogonien nur auf *Amelanchier canadensis* Medic., nicht auf *Pirus Malus* L., *P. arbutifolia* L., *Crataegus Oxyacantha* L. und *Nesaea verticillata* H. B. et K. (= *Decodon verticillatum* Ellis [Lythraceae]). Er

schliesst daraus auf die Zugehörigkeit der *Roestelia Botryapites* Schw. zu *Gymn. biseptatum.* Farlow und Seymour geben *G. biseptatum* auch auf *Libocedrus decurrens* Torr. an.

Thaxter (Proc. Americ. Acad. n. s. 14. 1887. 263) erhielt auch Aecidien bei der Aussaat auf *Amelanchier canadensis.* Die Entwickelung ging sehr langsam vor sich. In Connect. Agric. Exp. Stat. Bull. 107. 1891. 4 gibt Thaxter an, dass frühere Versuche mit gleichem Erfolge wiederholt wurden.

Plowright (Brit. Ured. 57) scheint gleichfalls mit *G. biseptatum* Versuche angestellt zu haben, erwähnt aber nichts Näheres.

Durch das Mycel des *Gymnosporangium* erfahren Holz und Rinde der Nährpflanze bedeutende Wachstumssteigerungen. Parenchymwucherungen und Mycel wurden im Holze nicht gefunden, aber die Markstrahlen werden vermehrt und vergrössert und die Tracheiden werden dünnwandig. Das Bastgewebe wuchert. Die dickwandigen Bastfasern verlieren sich. Besondere Wucherungen unter den Sporenpolstern fehlen (Wörnle, Forstl.-nat. Zeitschr. 3. 1894. 168).

Gymnosporangium Ellisii Berk.

Schon Farlow (Proc. Americ. Acad. n. s. 12. 1885. 315) hat versucht, eine Beziehung zwischen dem auf *Chamaecyparis sphaeroidea* Spach. lebenden *G. Ellisii* Berk. und *Roestelia transformans* Ellis (auf *Pirus Malus* und *Sorbus arbutifolia*) zu erweisen, aber seine Aussaaten auf *Pirus arbutifolia* und auch solche auf *Nesaea verticillata* (*Aec. Nesaeae* Gerard) blieben ohne Erfolg. Ebenso hat Thaxter (Proc. Americ. Acad. n. s. 14. 1887. 264) vergebliche Versuche auf *Sorbus arbutifolia, Crataegus tomentosa* und *Amelanchier canadensis* gemacht. Vgl. auch E. Fischer, Hedwigia 34. 1895. 4 und Dietel, Uredinales [50].

Nach Wörnle (Forstl.-nat. Zeitschr. 3. 1894. 165) ruft der Pilz auf dem Teleutosporenwirte eine Verbreiterung des Bastes und Parenchymwucherungen im Holze hervor. Die Tracheiden erhalten einen unregelmässigen Verlauf und werden dünnwandiger, und namentlich die Bastfasern werden dünnwandig. In den Parenchymwucherungen finden sich grosse Mengen geknäuelten Mycels. Die Hyphen sind dicker als bei den europäischen Arten, aber englumig. Die Fruchtpolster stehen auf Erhöhungen, die später durch ein Vernarbungsgewebe abgestossen werden.

Gymnosporangium Cunninghamianum Barclay.

Barclay (Scientif. Memoirs by medic. Offic. of the Army of India 5. 1890. 71) erzog aus den Sporidien des im Himalaya auf *Cupressus*

torulosa Don. wachsenden *Gymn. Cunninghamianum* Spermogonien und Aecidien auf *Pirus Pashia* Ham. Die Versuche im Laboratorium wurden auf abgeschnittenen Zweigen gemacht und lieferten nur Spermogonien; Aecidien wurden bei Versuchen im Freien erhalten. Spermogonien nach 14 Tagen, Aecidien nach weiteren vier Wochen.

Anmerkung: Über ein *Gymnosporangium*, das auch seine Aecidien auf *Juniperus* bildet, vgl. Kap. XVI, S. 178.

Übersicht der Versuchsergebnisse mit amerikanischen Gymnosporangien.

	clavariaeforme	*globosum*		*macropus*			*clavipes*		*nidus-avis*	*Nelsoni*	*biseptatum*	
	Thaxter	Farlow	Thaxter	Farlow	Thaxter	Halsted	Farlow	Thaxter	Thaxter	Arthur	Farlow	Thaxter
Cydonia vulgaris Pers.	.	.	—	.	.	.	.	.	A?	.	.	.
Pirus Malus L.	—	.	A	S	A	.	S	S	S	.	—	.
„ *arbutifolia* L.	.	.	.	S	—	.	S	—	—	.	—	.
„ *coronaria* L.	.	.	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.
Sorbus americana Marsh.	—	.	A	.	—	.	.	.	—	.	.	.
Crataegus Crus-galli L.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.
„ *Oxyacantha* L.	.	S	.	.	.	.	—	.	.	.	—	.
„ *tomentosa* L.	A	S	.	S	.	.	.	—	.	.	S	.
„ *coccinea* L.	—	.	A	.	—	.	.	.	—	.	.	.
„ *Douglasii* Lindl.	.	S	.	S	.	.	—	.	.	.	.	.
Amelanchier canadensis Medic.	A	.	S	S	—	.	S	A	A	.	S	A
„ *alnifolia* Nutt.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(A?)	.	.

Es bedeutet A Aecidien, S nur Spermogonien, — negativer Erfolg, . nicht geprüft, (A?) nur Vermutung.

Ochropsora Sorbi (Oud.) Dietel.

Um den Teleutosporenwirt des Hexenbesenpilzes der Weisstanne, *Aecidium elatinum*, zu finden, hatte ich im Sommer 1899 eine Reihe von Pflanzen mit Aecidiosporen von Freiburg i. B. besät. Darunter befanden sich mehrere kleine Exemplare von *Sorbus aucuparia*, die vor dem 28. Mai in einem Gehölze bei Niendorf unweit Hamburg ausgegraben

waren, völlig gesund aussahen und sich bis zum 26. Juni, wo sie besät wurden, vollkommen pilzfrei gehalten hatten. Am 11. Juli zeigten sich Uredolager der *Ochropsora Sorbi* auf den Blättern, und ich glaubte damit den Wirtswechsel des *Aecidium elatinum* gefunden zu haben, einen Zusammenhang, der aus verschiedenen Gründen einleuchtend schien (Klebahn, Kulturv. VIII. 381). Es gelang aber in keinem der folgenden Jahre, den Versuch mit Erfolg zu wiederholen, selbst nicht mit Material von demselben Baume und demselben Hexenbesen (Kulturv. IX. 699; X. 139 [35]; XI. 31 und 1903). Inzwischen fand Fischer den Zusammenhang des Aecidiums mit *Melampsorella Caryophyllacearum* (s. diese).

Anfangs glaubte ich, die Infektion bei meinen Versuchen auf einen anderen Tannenpilz zurückführen zu sollen, der vielleicht zufällig dem *Aecidium elatinum* beigemischt gewesen wäre, aber die Herren Stierlin und Dr. P. Claussen in Freiburg bemühten sich vergeblich, am Fundorte einen anderen Pilz aufzufinden.

Jetzt scheint sich die Sache in einer ganz anderen und sehr unerwarteten Weise aufklären zu sollen. Herr Dr. W. Tranzschel teilte mir mit, dass nach seinen Versuchen *Ochropsora Sorbi* zu *Aecidium leucospermum* DC. auf *Anemone nemorosa* L. gehöre. Er habe den Pilz wiederholt auf ganz kleinen, etwa 1 Fuss hohen *Sorbus*-Pflanzen beobachtet, und immer in Gesellschaft des Aecidiums (1902). Aussaaten der Aecidiosporen, Ende Mai und Anfang Juni 1903 vorgenommen, hätten nach etwas über einem Monat Uredolager hervorgebracht. Durch die ungewöhnlich lange Inkubationszeit erkläre sich das Auftreten des Pilzes auf meinen Versuchspflanzen, die schon infiziert gewesen seien, als ich sie aus dem Walde geholt hätte. *Ochropsora Sorbi* sei nicht so selten, wie man gewöhnlich glaube, es finde sich aber fast nur auf ganz kleinen Pflanzen und werde daher leicht übersehen.

Kurz nach Empfang dieser Mitteilungen zeigte mir Herr H. Diedicke im Steigerwalde bei Erfurt eine Stelle, wo auf einem ganz beschränkten Raume alle kleinen Exemplare von *Sorbus torminalis* L. dicht mit *Ochropsora* bedeckt waren, ohne dass sich in der Nähe irgend welche Coniferen fanden, und nach meiner Rückkehr nach Hamburg stellte ich fest, dass auch in dem Wäldchen von Niendorf die kleinen Exemplare von *Sorbus aucuparia* L. an zahlreichen Stellen den Pilz trugen, während er auf den grösseren, die ich früher ausschliesslich untersucht hatte, nicht zu finden war. In diesem Hölzchen wachsen zahlreiche Anemonen, und ich glaube auch *Aecidium leucospermum* auf *Anemone nemorosa* L. dort früher gesehen zu haben. Auf Grund dieser Beobachtungen muss ich allerdings trotz aller Bedenken, die ich anfangs hatte, den von

Tranzschel angegebenen Zusammenhang für sehr wahrscheinlich halten.

Nur eine Schwierigkeit macht die Frage, in welcher Weise die Anemonen durch die Sporidien infiziert werden. Wie schon Dietel (Deutsch. Bot. Ges. 13. 1895. 401) festgestellt hat, keimen die Teleutosporen gleich nach der Reife. Ich kann dies bestätigen; wenn man die Blätter recht feucht hält, quellen die länglichen Sporidien in kleinen Tröpfchen aus den Teleutosporenlagern hervor, und man kann sie durch Abpinseln mit etwas Wasser leicht in Menge erhalten. Aber die Anemonen haben um diese Zeit keine oberirdischen Teile mehr. Ich vermute daher, dass durch Regen oder Insekten die Sporidien an den Boden geraten und hier die in der Regel nur von einer dünnen Humusschicht bedeckten Anemonenrhizome, vermutlich an den Knospen infizieren. Diese Vermutung zu prüfen, habe ich eine Anzahl Anemonenrhizome besonders an den Knospen mit Sporidien bepinselt und dann wieder eingepflanzt. Das Pilzmaterial stammte teils von Erfurt *(Sorbus torminalis)*, teils von Hamburg *(Sorbus aucuparia)*. Falls sich ein Erfolg zeigt, werde ich später darüber berichten.

Bemerkt sei noch, dass (Soppitt (Journ. of Bot. 31. 1893. 274) nach Aussaat der Sporen von *Aecidium leucospermum* auf Keimpflanzen von *Anemone nemorosa* im folgenden Jahre auf einem Blattsegment eine schwache Entwickelung von Aecidien erhalten haben will. Wie es sich damit verhält, müssen weitere Versuche zeigen.

Coleosporium Senecionis (Pers.) Fr.

Von de Bary darauf aufmerksam gemacht, dass *Coleosporium Senecionis* sich überall da besonders auf den waldbewohnenden Senecionen finde, wo auch *Aecidium Pini* vorhanden ist, unternahm R. Wolff (Bot. Zeitung 1874. 184; Landw. Jahrbüch. 6. 1877. 739) im Jahre 1872 und in den folgenden Jahren Aussaatversuche mit Kiefernrosten. Es gelang ihm, durch Aussaat der Sporen des *Peridermium Pini* f. *acicola* auf *Senecio silvaticus* L. und *S. viscosus* L. Uredosporen des *Coleosporium Senecionis* hervorzurufen (zuerst 1872); er scheint auch auf *S. vulgaris* L., *S. vernalis* Waldst. et Kit. und *S. Jacobaea* L. (hierauf mit Erfolg?) Aussaaten gemacht zu haben, doch geht dies aus seinen Angaben (S. 740) nicht mit Sicherheit hervor. Die betreffende Stelle lautet: „Zur Untersuchung dienten *Senecio vulgaris* L., *vernalis* W. et. K., *silvaticus* L., *Jacobaea* Huds. Vergleichende Infektionsversuche mit anderen Kompositen missglückten.“

Die Aussaat der Sporen des Kiefernnadelrosts auf *Senecio*-Arten ist von zahlreichen Beobachtern mit Erfolg wiederholt worden; es ergab sich zugleich, dass auf anderen Kompositen kein Erfolg eintritt. Rostrup (Tidsskrift for Skovbrug 2. 159., nach v. Thümen, s. unten) infizierte *Senecio silvaticus* und *vulgaris*. Cornu (Bull. soc. bot. France 1880. 179; Compt. rend. 91. 1880. 98) infizierte *S. vulgaris*; *S. coriaceus* Ait. blieb immun. v. Thümen (Mitteil. forstl. Versuchsw. Oest. 2. 3. 301) infizierte *S. silvaticus* und *vulgaris*. Hartig (Unters. forstbot. Inst. München 3. 1883. 150) infizierte *S. vulgaris*. Plowright (Grevillea 11. 52; Brit. Ured. 250) infizierte *S. vulgaris*. In mehreren Fällen blieb die Aussaat ohne Erfolg; Plowright vermutet daher die Existenz mehrerer Nadelrostarten. Klebahn (Hedwigia 29. 1890. 32; Kulturv. I. 265 [7]; IX. 692) infizierte *S. silvaticus* und *S. vulgaris* mittels Aecidien von *Pinus silvestris* und *P. austriaca* Höss (*P. nigra* Arn., *nigricans* Host). Es fiel auf, dass Versuche mit Material von mehreren anderen Örtlichkeiten ohne Erfolg blieben (s. *Coleosporium Euphrasiae*). Ein Versuch, *Uredo Senecionis* auf *Tussilago* zu übertragen, blieb gleichfalls ohne Erfolg (Kulturv. IX. 693). E. Fischer (Bull. soc. bot. France 41. 1894. CLXX; Entw. Untersuch. 101) infizierte *S. silvaticus*. Die Aussaat auf *Senecio cordatus, Adenostyles alpina, Inula Vaillantii, Sonchus oleraceus* blieb ohne Erfolg. Das Aussaatmaterial zu diesen Versuchen war durch Infektion einer Kiefer mittels der Sporidien von *Senecio silvaticus* erzogen worden.

Eine möglicherweise selbständige biologische Art ist ein *Coleosporium* auf *Senecio Doronicum* L., welches E. Fischer (Bull. Herb. Boiss 7. 1899. 421) am Stilfser Joch derartig vergesellschaftet mit einem Nadelaecidium auf *Pinus montana* Mill. fand, dass ein Zusammenhang mit letzterem wahrscheinlich ist.

Die Coleosporium-Pilze auf den übrigen *Senecio*-Arten bedürfen weiterer Untersuchung. Auf *Senecio Jacobaea* und ähnlichen Arten habe ich nie ein *Coleosporium* gefunden, obgleich der Pilz auf *S. vulgaris* und *silvaticus* häufig ist. Das auf diesen Arten von den Autoren angegebene *Coleosporium* dürfte daher vielleicht eine andere biologische Art sein, ebenso die Formen auf *S. paluster, nemorensis, fluviatilis, Doria* usw. G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 10) bezeichnet bereits ein *Coleosporium* auf *Senecio Fuchsii* Gm. und *nemorensis* L. als *Col. Senecionis* II, weil sich die Aecidiosporen der ersten Form auf diese Pflanzen nicht übertragen liessen.

Von Kiefernarten werden noch *Pinus Mughus* Scop., *uncinata* Ram. (Winter) und *rigida* Mill. (Farlow and Seymour) als Wirte von

Nadelrosten genannt; über deren Zugehörigkeit lässt sich aber ohne Versuche nichts aussagen.

Längere Zeit ist die Meinung verbreitet gewesen, dass mit *Coleosporium Senecionis* auch der Rindenrost der Kiefer in Zusammenhang stehe. Diese Meinung beruhte auf einer Angabe von Wolff, der, nachdem er die Aussaatversuche mit Nadelrost auf *Senecio* beschrieben hat, fortfährt (Landw. Jahrb. 6. 1877. 740): „Dasselbe Experiment glückte mir mit aus Rinden-Aecidien genommenen Sporen im Jahre 1875 und in noch weiter fortgesetzten Untersuchungen 1876.“ Es kann gegenwärtig aber kaum noch zweifelhaft sein, dass Wolff hierbei ein Irrtum widerfahren ist (s. *Cronartium asclepiadeum* und *Peridermium Pini*).

Die grosse Schädlichkeit, welche Wolff infolge dieses Ergebnisses den Senecionen und besonders *Senecio vernalis* zuschrieb, vermindert sich daher sehr, denn der Nadelrost, zu dem *Col. Senecionis* allein Beziehungen hat, verursacht nur selten erheblichen Schaden. Dazu kommt, dass den Senecionen nur ein Bruchteil des durch die Nadelroste verursachten Schadens zur Last fällt, weil noch zahlreiche andere *Coleosporium*-Arten mit Nadelrost in Verbindung stehen.

Nach Wolff (743, 744) kann *Coleosporium Senecionis* im Uredozustande überwintern, wenn die Nährpflanzen sich bienn entwickeln (Kap. VI). Er gibt an, das „Mycel überwintere im Wurzelstocke“ (?), sagt aber nichts über eine mikroskopische Untersuchung desselben. Im April, vor der Aecidienbildung, wurde *Senecio vernalis* gefunden „durch und durch von *Coleosporium*-Mycel durchzogen“ und „ganz wachsgelblich“. Die Angabe Rostrup's, wonach entfernt von Kiefern die Teleutosporenbildung geringer werden soll, wurde Kap. VI, S. 48 bereits erwähnt.

Die Aecidiosporen des *Coleosporium Senecionis* sind durch ihre längliche Form ausgezeichnet (*Peridermium oblongisporium* Fuck. in Klebahn, Hedwigia 1890. 30; *P. Wolffii* Rostrup, Vid. Meddel. nat. Foren. 1889. 240, nom. nud.). Im übrigen sind sie den Aecidien der anderen *Coleosporium*-Arten (Gesamtbezeichnung *Peridermium Pini* Willd. forma *acicola* Link) morphologisch sehr ähnlich. Die gesamten bisher untersuchten Nadelroste unterscheiden sich von einander nur durch Grösse und Gestalt ihrer Sporen, aber so wenig, dass sie danach nicht bestimmt werden können (Abbild. Kulturv. I. 271 [13] und Taf. V; Kulturv. X. 134 [30]). Von den Rindenrosten (s. *Cronartium* und *Peridermium Pini*) sind sie ausser durch die makroskopischen Merkmale dadurch verschieden, dass die Membranen ihrer Sporen gleichmässig dick sind und an der ganzen Oberfläche gleichmässige Stäbchenstruktur zeigen.

Auffällig ist daher eine Beobachtung, die *P. Vuillemin* (Recherches sur les Rouilles des Pins, 1894) mitteilt. Er hat auf dem Plateau von Malzéville bei Nancy einen Nadelrost gefunden, dessen Sporen an einer Seite wie die der Rindenroste areoliert (reticulé) sind und dessen Peridien fila rigida haben. Daraufhin tritt Vuillemin wieder für die bestrittene Identität der Nadel- und Rindenroste ein. Versuche sind nicht gemacht worden.

Die Entwickelung der Nadelroste der Kiefern ist in der Regel eine zweijährige. Die Infektion der Nadeln mittels der Sporidien findet im Spätsommer oder Herbst statt; während des Winters lebt der Pilz als Mycel in den Nadeln. Spermogonien werden bald noch im Herbst, bald erst im Frühjahr gebildet, und im Frühjahr entstehen dann Aecidien, nach deren Erschöpfung der Pilz und manchmal auch die Nadel zu Grunde geht. Ausnahmsweise aber kommt es vor, dass das Mycel am Leben bleibt und nach Ablauf des zweiten Winters abermals Aecidien hervorbringt. Einen solchen Fall beobachtete ich bei *Col. Melampyri* (Kulturv. V. 335).

Über eine möglicherweise vorhandene phylogenetische Beziehung der Kiefernnadelroste zu einem *Coleosporium* der Kiefer vgl. Kap. XVI. S. 175.

Coleosporium subalpinum Wagner.

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 12) säte die Sporen eines auf Nadeln von *Pinus montana* Mill. auf der Raxalpe (Niederösterreich) gesammelten *Peridermium (P. Kriegerii* Wagner) auf *Senecio subalpinus, S. Fuchsii* und *Adenostyles alpina,* wobei nur *Senecio subalpinus* Koch infiziert wurde.

Wenngleich ich es keineswegs für unwahrscheinlich halte, dass der vorliegende Pilz, wie Wagner annimmt, von *Col. Senecionis* verschieden ist, so kann doch die Verschiedenheit nach den bisher ausgeführten Versuchen nicht als genügend erwiesen gelten.

Coleosporium Sonchi (Pers.) Lév.

Der Wirtswechsel des *Coleosporium Sonchi* ist ungefähr gleichzeitig von E. Fischer und mir festgestellt worden.

E. Fischer (Mitteil. naturf. Ges. Bern, Sitzungsber. 28. April 1894) säte Herbst 1893 die Sporidien mehrerer Coleosporien, darunter solche des *Coleosporium* von *Sonchus asper* All. auf *Pinus silvestris* L. Ende Februar 1894 wurden Spermogonien, Ende April Aecidien (*Peridermium Fischeri* Kleb.) auf den Nadeln erhalten (Bull. soc. bot. France 41. 1894. CLXIX; Entw. Unters. 102) und mit diesen *Sonchus oleraceus, Senecio silvaticus, Inula Vaillantii, Adenostyles alpina, Tussilago Farfara* L.

und *Campanula Trachelium* besät, wobei nur *Sonchus oleraceus* L. infiziert wurde.

Ich hatte 1892 und 1893 versucht, durch Aussaat des Rindenrosts [*Peridermium Pini* (Willd.) Kleb.] auf *Sonchus oleraceus* L. Uredo zu erziehen, aber negativen, bezugsweise unsicheren Erfolg erhalten (Klebahn, Kulturv. I. 262 [4]; II. 11). Dann versuchte ich im Herbst 1893, zwei Kiefern mit Sporidien von *Coleosporium Sonchi* (von *S. arvensis* L.) zu infizieren, erhielt aber nur ein paar Spermogonien. Endlich gelang es, an einem Ackerrande bei Nutzhorn (Oldenburg) auf einer kleinen Kiefer Aecidien zu finden, die *Sonchus arvensis* in mehreren Versuchen stark infizierten, während gleichzeitig besäte *Tussilago Farfara* pilzfrei blieb (Kulturv. III. 69). Später erhielt ich noch einmal Erfolg auf *Sonchus oleraceus* L. mit einem Material aus Sachsen, das ausserdem noch *Senecio, Tussilago* und *Melampyrum* infizierte und daher offenbar eine Mischung war (IX. 692).

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 345) säte *Col. Sonchi* von *S. asper* auf eine Kiefer und erhielt bereits Mitte November Spermogonien.

Schroeter, Winter, de Toni, Farlow and Seymour und andere Autoren vereinigten unter dem Namen *Col. Sonchi* alle *Coleosporium*-Arten der Kompositen nach Ausschluss des *Coleosporium Senecionis*. Mehrere dieser Formen sind inzwischen als selbständige Pilze erkannt und unterschieden worden. Es gibt aber noch eine Reihe von Formen dieser alten Species *Col. Sonchi*, die noch der Untersuchung harren, z. B. solche auf *Pulicaria viscosa, Cineraria palustris,* mehreren *Senecio*-Arten, *Cacalia hastata,* amerikanische Formen auf Arten von *Aster, Callistephus, Elephantopus, Helianthus, Silphium, Solidago, Vernonia. Coleosporium Solidaginis* (Schw.) Thüm. und *Vernoniae* B. et C. sind bereits ohne Kenntnis des Wirtswechsels als besondere Arten unterschieden worden.

Coleosporium Inulae (Kze.) Fischer.

E. Fischer (Entw. Unters. 95; frühere Mitteilungen: Naturf. Ges. Bern, Sitzungsber. 28. April 1894; Bull. soc. bot. France 41. 1894. CLXIX) fand bei Bern Aecidien auf Kiefernnadeln und daneben nicht *Senecio,* sondern *Inula Vaillantii* Vill., diese mit Uredolagern. Mit den im Oktober gebildeten Teleutosporen versuchte Fischer, junge Kiefern zu infizieren, und erhielt im März Spermogonien und im Mai Aecidien (*Peridermium Klebahnii* Fisch.). Mittels dieser und im Freien gesammelter Aecidien gelang die Infektion von *Inula Vaillantii* Vill. in

zahlreichen Versuchen leicht und reichlich. Auf *Inula Helenium* L. wurden kleinere Uredolager erhalten: es ist nicht sicher festgestellt, ob Teleutosporen auf dieser Pflanze folgen. Kein Erfolg trat ein auf *Senecio vulgaris, S. cordatus, S. silvaticus, Tussilago Farfara* L., *Sonchus oleraceus, Adenostyles alpina, Campanula rapunculoides, C. Trachelium.*

Im Lanitztal bei Stadtsulza (Sachsen-Weimar) beobachtete ich *Coleosporium* auf *Inula salicina* L. neben Kiefern. Daselbst gesammelte Aecidien (leg. P. Henkler) infizierten *I. salicina* und *I. Helenium* L., so dass der Pilz mit dem von Fischer untersuchten identisch sein dürfte. Der Erfolg auf *I. Helenium* trat mehrere Tage später ein als der auf *I. salicina,* war schliesslich aber kaum weniger reichlich.

Auch auf *Inula ensifolia* L. und *hirta* L. soll ein *Coloesporium* vorkommen.

Coleosporium Tussilaginis (Pers.) Kleb.

Unweit Delmenhorst in Oldenburg fand ich im Juni 1892 Nadelrost auf jungen Kiefern (*Pinus silvestris* L.) unmittelbar neben zahlreichen Huflattichpflanzen (*Tussilago Farfara* L.), die im voraufgegangenen Herbst stark mit *Coleosporium* bedeckt gewesen waren und auch jetzt bereits wieder die ersten Spuren der Infektion zeigten. Die Aussaat der Sporen dieses *Peridermium* (*P. Plowrightii* Kleb.) auf pilzfreie *Tussilago*-Pflanzen rief eine reichliche Uredobildung hervor (Klebahn, Kulturv. I., 268 [10]).

Zur Infektion einer Kiefer wurden *Tussilago*-Blätter verwandt, deren Unterseite fast ganz mit keimenden Teleutosporen bedeckt war, wie man sie im Oktober nicht selten findet. Solche Blätter, im Gewächshause einige Tage über den jährigen Kiefernzweigen befestigt und feucht gehalten, streuten Sporidien auf die Kiefernnadeln und riefen dadurch die Infektion hervor. Ende März zeigten die Nadeln gelbe Flecken, im April Spermogonien, Anfang Mai Aecidien. Mit den erhaltenen Sporen, sowie mit im Freien gesammelten, wurde die Infektion von *Tussilago* mit Erfolg wiederholt (Kulturv. II. 7; III. 72).

Die Uredosporen von *Coleosporium Tussilaginis* brachten bei der Aussaat auf *Senecio silvaticus* L. und *Sonchus oleraceus* L. keinen Erfolg hervor (Kulturv. I. 269 [11]), ebensowenig die Aecidiosporen und die Uredosporen auf *Petasites albus* Gärtn. (II. 9).

E. Fischer (Entw. Unters. 103) hat meine Versuche 1893 mit Material aus dem Berner Oberland in beiden Richtungen mit gleichem Erfolge wiederholt. Ohne Erfolg blieb die Aussaat der Aecidiosporen auf *Adenostyles alpina, Inula Vaillantii* und *Sonchus oleraceus.* Ebenso infizierte

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 258 und 345) mittels Kiefernnadelaecidien *Tussilago* mit Erfolg; ferner erhielt er bereits Mitte November Spermogonien auf einer im September mittels Sporidien von *Tussilago* geimpften Kiefer. Auch Plowright (Gard. Chron. 25. 1899. 415) berichtet über erfolgreiche Übertragungen in beiden Richtungen.

Da die *Tussilago*-Blätter im Herbst absterben und im Frühling erst nach den Blüten wieder erscheinen, ist es unwahrscheinlich, dass dieser Pilz in der Uredoform überwintern und sich ohne Wirtswechsel erhalten kann.

Coleosporium Petasitis de Bary.

E. Fischer (Bull. soc. bot. France 41. 1894. CLXX; Entw. Unters. 105) brachte im September 1893 Blätter von *Petasites officinalis* Moench mit Teleutosporen von *Coleosporium* (Schweizer Material) auf junge Kiefern und erhielt bereits im Oktober Spermogonien und Ende April Aecidien (*Peridermium Boudieri* Fisch.).

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 10) infizierte abgeschnittene *Petasites*-Blätter erfolgreich mit Aecidien aus dem Kirnitschtal (Sächs. Schweiz). *Tussilago* blieb pilzfrei.

Coleosporium Cacaliae (DC.) Wagner.

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 6. 1896. 11) pflanzte auf der Raxalpe (Niederösterreich) ein kleines Exemplar von *Pinus montana* Mill. unter eine Gruppe von *Adenostyles alpina* Bluff. et Fing. (= *viridis* Cass.), auf welcher sich in Menge *Coleosporium* fand, und erhielt auf diese Weise Aecidien auf den Nadeln (*Peridermium Magnusianum* Fisch.). Mit den Sporen besäte er (anscheinend im Freien) *Adenostyles alpina*, *Senecio subalpinus* und eine *Campanula*-Art. Nur *Adenostyles* wurde infiziert.

E. Fischer (Bull. soc. bot. France 41. 1894. CLXX; Entw. Unters. 104) hatte bereits 1893 versucht, *Pinus silvestris* L. mittels der Teleutosporen auf *Adenostyles* (Berner Oberland) zu infizieren, aber nur spärliche Spermogonien erhalten. Infolge der Versuche Wagner's spricht Fischer die Vermutung aus, dass der geringe Erfolg auf *Pinus silvestris* darauf zurückzuführen sei, dass *P. silvestris*, die auch in der in Betracht kommenden Höhenlage (1850 m) im Berner Oberlande nur noch selten vorkommt, nicht der eigentliche Aecidienwirt sei.

Der Name dieser Art wird vielleicht mit der Zeit geändert werden müssen, da auch auf *Cacalia hastata* ein *Coleosporium* angegeben wird, von dem noch nicht erwiesen ist, dass es mit dem auf *Adenostyles* identisch ist.

Coleosporium Campanulae (Pers.) Lév.

Coleosporium Campanulae zerfällt, wie das folgende zeigt, in eine Anzahl biologisch verschiedener Formen von eigenartiger Spezialisierung, über deren Abgrenzung und gegenseitiges Verhältnis indessen noch weitere Untersuchungen nötig sind. Für einige dieser Formen ist der Zusammenhang mit Kiefernnadel-Aecidien nachgewiesen; die anderen werden sich vermutlich ebenso verhalten. Eine ältere Vermutung über Beziehungen zu *Aecidium elatinum* (s. *Melampsorella Caryophyllacearum*) kann jetzt wohl als erledigt gelten.

1. Coleosporium Campanulae rapunculoidis Kleb.

Rostrup (Bot. Tidsskr. 19. 1894. 38) beobachtete 1889 in einer Baumschule in Arresödal auf 3—4jährigen Kiefern, *Pinus montana* Mill. und *P. silvestris* L., eine starke Infektion mit *Peridermium Pini* f. *acicola*: „Die Bergkiefern waren an dem westlichen Ende des Beetes „in dem Maasse von einer übrigens ungewöhnlich kleinen Blasenrostform „angegriffen, dass kaum ein Blatt zu finden war, das nicht mit Reihen „derselben besetzt gewesen wäre; je weiter man sich von diesem Ende „entfernte, desto mehr nahm der Angriff ab, und auf den Waldkiefern[1]) „wurde der Rost nur noch auf den Spitzen gefunden, welche höher „emporragten als die Bergkiefern. An dem Ende des Beetes, wo sich „der stärkste Rostangriff zeigte, befand sich eine Gruppe von *Campanula* „*rapunculoides*, deren Blätter ganz brandgelb von *Coleosporium* waren, „und es lag nahe, anzunehmen, dass der Blasenrost auf den Kiefern- „nadeln von den im voraufgehenden Jahre auf den *Campanula*-Blättern „aufgetretenen Rosthäufchen herrührte.“ (Aus dem Dänischen übersetzt.) Rostrup bezeichnet dieses Aecidium als *Peridermium oblongisporium* Fuck.

Versuche hat Rostrup mit dieser Form nicht angestellt, und G. Wagner's Angaben (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 257) sind zu unbestimmt, um daraus zu ersehen, ob er auch mit diesem Pilze Versuche gemacht hat. Fischer (Entw. Unters. 105) gibt nur an, dass das *Coleosporium* von *Camp. Trachelium* nicht auf *C. rapunculoides* übergehe.

Im Herbst 1902 habe ich eine Anzahl Übertragungsversuche mittels der Uredosporen gemacht (Klebahn, Kulturv. XI. 27). Dabei wurden ausser auf *Campanula rapunculoides*, die am schnellsten und stärksten infiziert wurde, noch Uredolager erhalten auf *Camp. glomerata* L. (spärlich), *C. glomerata* f. *dahurica*[2]) (etwas reichlicher) und *Phyteuma orbiculare* L.

---

[1]) Die Waldkiefern standen am östlichen Ende des Beetes.

[2]) Wiener illustr. Gartenzeitung, Juli 1888.

(spärlich). Pilzfrei blieben *C. Trachelium, carpathica, bononiensis, turbinata, rotundifolia, pusilla, Rapunculus, persicifolia.*

Coleosporium Campanulae rapunculoides bildet in Mitteldeutschland und bei Hamburg, wo ich es beobachtet habe, regelmässig und reichlich Teleutosporen. Ob es im Uredozustande überwintern kann, weiss ich nicht.

2. **Coleosporium Campanulae Trachelii** Kleb.

E. Fischer (Entw. Unters. 1898. 105; Bull. soc. bot. France 41. 1894. CLXXI) übertrug Sporidien des *Coleosporium* von *Campanula Trachelium* L. auf *Pinus silvestris* L. und erhielt im folgenden März Spermogonien, im Mai Aecidien (*Peridermium Rostrupi* Fisch.). Die Aussaat der Aecidiosporen brachte nur auf *Camp. Trachelium* Erfolg, *Camp. rapunculoides, Sonchus oleraceus* und *Inula Vaillantii* blieben pilzfrei.

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 259) hat gleichfalls *C. Trachelium* mit Erfolg mittels der Aecidiosporen infiziert, macht aber keine Angaben über Aussaaten auf andere *Campanula*-Arten.

Eine Reihe von Aussaatversuchen mit Uredosporen von *Campanula Trachelium* (aus Thüringen) machte ich 1903. Es wurden infiziert *Campanula Trachelium* L., *C. latifolia* L. var. *macrantha* Fisch., *C. „nobilis“* (Lindl. = *punctata* Lam.?) reichlich, *C. bononiensis* L., *C. glomerata* L., *C. glomerata* L. var. *dahurica* ziemlich stark, *C. rapunculoides* L. schwach und nur auf einer von fünf Versuchspflanzen, und auffälligerweise auch *Wahlenbergia hederacea* Reichenb. und zwar reichlich.[1]) Dagegen wurde kein Erfolg erhalten auf *C. carpathica, medium, Portenschlagiana, persicifolia, pusilla, rotundifolia, turbinata, Jasione montana.*

E. Fischer (Entw. Unters. 1898. 106) überwinterte eine uredotragende *Campanula Trachelium*, allerdings im Kalthause; „sie zeigte, „wenn ich mich recht erinnere, die ganze Zeit hindurch stets lebende „Blätter mit Uredo.“ Hieraus folgt natürlich nicht, dass der Pilz auch im Freien überwintert.

3. **Coleosporium Campanulae rotundifoliae** Kleb.

In Nordwestdeutschland tritt ein *Coleosporium* auf *Campanula rotundifolia* L. nicht gerade häufig, aber doch vielerwärts auf, das ich bisher immer nur im Uredozustande gesehen habe. Es gelang mir auch zu zeigen, dass dieser Pilz im Uredozustande im Freien zu überwintern vermag (Klebahn, Kulturv. II. 1894. 12). Ich denke mir diese Überwinterung so, dass Infektionsstellen, die im Herbst oder an milden

---

[1]) Eine Wiederholung der Aussaat auf *Wahlenbergia* blieb jedoch bisher ohne Erfolg; ich möchte daher diese Pflanze noch nicht mit Bestimmtheit zu den Nährpflanzen des *Coleosporium Campanulae Trachelii* stellen (Zusatz während des Druckes).

Wintertagen entstehen, erst im Frühjahr zur Weiterentwickelung kommen. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 259) hat meine Angaben darüber missverstanden. Von einem Mycel, das „alljährlich" neue Uredolager hervorbringe, habe ich nichts gesagt. (Vgl. auch Kulturv. XI. 29). Aussaatversuche auf Kiefern konnte ich wegen des Fehlens der Teleutosporen nicht anstellen; auch fand ich den Pilz nie in solcher Verbindung mit Kiefern, dass an etwaige Nadelroste anschliessende Versuche Aussicht auf Erfolg gehabt hätten.

Dennoch ist, nach Analogie der übrigen Formen, der Wirtswechsel mit einem Kiefernnadel-Aecidium wahrscheinlich. Aber in vielen Fällen scheint der Pilz sich ohne die Aecidien zu erhalten, und so erklärt sich auch wohl das Vorkommen in grosser Entfernung von Kiefern, das ich oft beobachtet habe, obgleich auch diejenigen Coleosporien, die wegen der Einjährigkeit ihrer Nährpflanzen auf die Erhaltung durch die Aecidien angewiesen sind, häufig in sehr weiter Entfernung von Kiefern auftreten. Auch die spärliche oder ganz fehlende Teleutosporenbildung dürfte im vorliegenden Falle mit dem Ausbleiben des Wirtswechsels in Zusammenhang stehen. (Vgl. Kap. VI, S. 52 u. Kap. XVI, S. 185).

Ich hatte bereits 1892 festgestellt, dass dieser Pilz sich auf *Phyteuma spicatum* L. übertragen lasse (Kulturv. I. 263 [5]). Da G. Wagner zu abweichenden Resultaten gekommen ist (s. *Col. Phyteumatis*), wiederholte ich die Versuche im Herbste 1902 und erweiterte sie durch neue (Klebahn, Kulturv. XI. 26). Es ergab sich, dass *Col. Campanulae rotundifoliae* sich leicht und reichlich übertragen liess auf *Phyteuma spicatum* L., *Campanula pusilla* Haenke und *turbinata* Schott., weniger reichlich auf *C. glomerata* L. f. *dahurica*, *C. bononiensis* L. und *Phyteuma orbiculare* L. Bei neuerdings (Herbst 1903) ausgeführten Versuchen erhielt ich auch Erfolg auf *Wahlenbergia hederacea* Reichenb. Mittels der auf *Phyteuma spicatum* erhaltenen Uredosporen liessen sich wieder *Camp. rotundifolia* und andere der genannten Arten infizieren. Auf *C. bononiensis* wurde eine Spur Teleutosporen erhalten. Pilzfrei blieben bei der Aussaat *Campanula Trachelium, carpathica, glomerata, persicifolia* und *Rapunculus*.

Nach Wagner soll ein Pilz auf *Camp. rotundifolia* mit einem solchen auf *C. patula*, den er *Col. Campanulae patulae* nennt, ohne ihn genügend zu charakterisieren, identisch sein. In Ermangelung von Exemplaren von *C. patula* konnte ich dies nicht nachprüfen.

Die drei im voraufgehenden besprochenen Formen *Col. Campanulae rapunculoidis, C. C. Trachelii* und *C. C. rotundifoliae* scheinen nach

den ausgeführten Versuchen völlig oder wenigstens ziemlich scharf voneinander geschieden zu sein. Jede von ihnen gibt negativen Erfolg auf dem Hauptwirte der beiden anderen Formen; nur *Col. Campanulae Trachelii* scheint mitunter auch *Camp. rapunculoides* infizieren zu können, doch bedarf dies weiterer Prüfung. Mehrere Campanulaceen aber werden von zweien dieser Pilze *(C. glomerata, bononiensis, Phyteuma orbiculare)* oder von allen dreien *(C. glomerata dahurica)* befallen, sie entsprechen den „bridgeing species“ Marshall Ward's (s. *Pucc. Symphyti-Bromorum*), und es wäre zu untersuchen, ob es durch ihre Vermittelung möglich ist, diese Formen ineinander überzuführen.

4. **Coleosporium Phyteumatis** Wagner (?).

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 260) übertrug die Sporidien eines bei Böhm.-Kamnitz auf *Phyteuma spicatum* L. auftretenden *Coleosporium* auf *Pinus silvestris* L., erhielt vom Dezember an Spermogonien, im Mai Aecidien (*Peridermium Kosmahlii* Wagner) und übertrug dann die Aecidiosporen auf „alle möglichen Campanulaceen“(!), speziell auch auf *Campanula patula* L. und *C. rotundifolia* L., erhielt aber nur auf *Phyteuma spicatum* L. einen Erfolg. (Eine auf *C. Trachelium* nach 46 Tagen auftretende Infektion dürfte wohl auf eine Störung zurückzuführen sein.) Ein auf *Pinus montana* Mill. auf dem Fichtelberg gesammeltes Aecidium infizierte *Phyteuma*, dagegen *Campanula rotundifolia* nicht.

Wagner suchte die Verschiedenheit des *Col. Phyteumatis* von den übrigen Campanulaceen-Coleosporien auch durch Uredoaussaaten zu erweisen. Aussaaten der Uredo von *Phyteuma* auf „die schon mehrmals „genannten *Campanula*-Arten“ [1]), ferner auf *Sonchus asper, Alectorolophus minor* und *Melampyrum pratense* blieben ohne Erfolg, „ebenso die „sämtlichen Übertragungen der Uredo von *Campan. rotundifolia* auf „*Phyteuma.*“

Die letzte Angabe Wagner's widerspricht der von mir jetzt über jeden Zweifel festgestellten Tatsache, dass das in Nordwestdeutschland auf *Campanula rotundifolia* vorkommende *Coleosporium* sich sehr leicht und reichlich auf *Phyteuma spicatum* und auch auf *Ph. orbiculare* übertragen lässt (s. *Col. Campanulae rotundifoliae*). Ich kann daher einige Bedenken gegen die Angaben Wagner's nicht unterdrücken, obgleich es ja möglich wäre, dass in der sächsischen Schweiz ein ganz anderes

---

[1]) Genaueres ist nicht zu ersehen. Im Voraufgehenden sind genannt *Camp. Trachelium, patula, persicifolia, carpathica, macrantha, rotundifolia.* Sind mit allen Versuche gemacht?

Coleosporium auf *Camp. rotundifolia* vorkäme als in Nordwestdeutschland. Das „*Coleosporium Phyteumatis*" bedarf jedenfalls erneuerter Untersuchung.

5. **Coleosporium Campanulae macranthae** Wagner (?)

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 258) übertrug die Sporidien eines auf „*Campanula macrantha*", offenbar *C. latifolia* L. var. *macrantha* Fisch. in seinem Garten in Schmilka (Sächs. Schweiz) auftretenden *Coleosporium* auf *Pinus silvestris* L., erhielt im Dezember, ein andermal (l. c. 345) schon im Oktober Spermogonien, im April Aecidien und übertrug dann die Aecidiosporen auf *Campanula macrantha, Trachelium, patula, persicifolia* und *carpathica*, wobei nur *C. macrantha* infiziert wurde.

Da durch meine im voraufgehenden erwähnten Versuche gezeigt ist dass *Coleosporium Campanulae Trachelii* (s. dieses, Versuche 1903) sich leicht und sehr reichlich auf *Campanula macrantha* übertragen lässt, so sind Bedenken gegen die Beweiskraft des negativen Aussaatergebnisses Wagner's auf *Camp. Trachelium* wohl berechtigt. Ich spreche die Vermutung aus, dass Wagner's Pilz das wahrscheinlich in der Umgegend von Schmilka nicht fehlende *Col. Campanulae Trachelii* ist, das in seinem Garten auf *Camp. macrantha* übergegangen war, und dass irgend ein nicht aufgeklärter Umstand den Misserfolg auf *C. Trachelium* herbeigeführt hat.

Wagner hält es nicht für wahrscheinlich, dass dieser Pilz im Uredozustande perenniert, weil Blätter und Stengel der Nährpflanze gewöhnlich schon Ende August vollständig absterben (l. c. 258).

An weiteren Wirten des Campanulaceen-Rostes nennen die Autoren: *Jasione montana* L., *Specularia Speculum* DC., *Lobelia ocymoides* Kunze, *Adenophora*-Arten, ferner die durch die im voraufgehenden erwähnten Formen nicht infizierten *Campanula*-Arten *Rapunculus* L., *persicifolia* L., *Medium* L. usw.

Coleosporium Euphrasiae (Schum.) Wint.

Beim Suchen nach den Aecidien des *Coleosporium Euphrasiae* an einer Stelle bei Schierbrok in Oldenburg, wo dieser Pilz 1891 in auffällig grosser Menge auf *Alectorolophus major* Rchb. vorhanden gewesen war, fand ich im Mai 1892 kein anderes Aecidium als Nadelrost auf den benachbarten Kiefern (Klebahn, Kulturv. I. 265 [7]). Da ich bei Aussaatversuchen mit *Peridermium Pini acicola* auf *Senecio* bereits mehrere Male Misserfolg gehabt und auch Plowright die Ansicht ausgesprochen hatte (Brit. Ured. 250), dass verschiedene Arten mit dem Namen *P. Pini*

acicola bezeichnet würden, nahm ich eine Aussaat der Aecidiosporen auf Blätter von *Alectorolophus major* Reichenb. vor und erhielt eine reichliche Entwickelung von Uredosporen, während gleichzeitig besäte Exemplare von *Senecio vulgaris* und *S. silvaticus,* sowie Kontrollpflanzen von *Alectorolophus* pilzfrei blieben.

Die Aussaat des Nadelrosts (*Peridermium Stahlii* Kleb.) wurde in den folgenden Jahren mehrfach mit demselben Erfolge auf *Alectorolophus major* und *A. minor* W. et Grab. wiederholt (Kulturv. II. 9; III. 13); *Tussilago Farfara,* gleichzeitig besät, blieb pilzfrei. Mittels der Uredosporen liess sich der Pilz leicht auf *Euphrasia officinalis* L. übertragen (III. 17), während *Tussilago Farfara* und *Sonchus oleraceus* pilzfrei blieben. Über das Verhalten von *Melampyrum* ist *Col. Melampyri* zu vergleichen.

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 261) infizierte *Euphrasia officinalis* mittels Aecidiosporen von *Pinus montana* Mill. (Material vom Fichtelberg, Erzgebirge).

Da die Nährflanzen des *Col. Euphrasiae, Alectorolophus* und *Euphrasia,* streng einjährig sind, so vermag dieser Pilz sicher nicht im Uredozustande zu überwintern, und die Infektion von Aecidien aus muss daher notwendig alljährlich eintreten. Dass der Pilz trotzdem ausserordentlich häufig ist und oft auch in grossen Entfernungen von Kiefern vorkommt, beweist, wie wirksam die Verbreitung der Sporen durch den Wind ist.

Die von den Autoren auf *Alectorolophus angustifolius* Gmel, *alpinus* Grcke, *Euphrasia salisburgensis* Funk, *lutea* L., *Odontites* L. angegebenen Coleosporien gehören vermutlich in denselben Formenkreis.

Uredosporen, die wahrscheinlich zu einem *Coleosporium* gehören, wurden bei Bremen auf *Pedicularis palustris* L. gefunden; über die Beziehungen dieses Pilzes zu *Col. Euphrasiae* konnte noch nichts festgestellt werden (Kulturv. I. 267 [9]). Teleutosporen eines *Cronartium* fand J. I. Lindroth (Bot. Notiser 1900. 246) in Finland auf *Pedicularis palustris.*

Coleosporium Melampyri (Rebent.) Kleb.

Bei den Aussaatversuchen mit Kiefernnadelrost, durch welche der Wirtswechsel des *Coleosporium Euphrasiae* (Schum.) Wint. festgestellt wurde, schien es, als ob auch *Melampyrum pratense* L. von demselben Material, welches auf *Alectorolophus* Uredo erzeugte, infiziert würde (Klebahn, Kulturv. I. 1892. 266 [8]). Bei späteren Versuchen zeigte sich mehrfach, dass Materialien, die *Alectorolophus* leicht und reichlich in-

fizierten, auf *Melampyrum* ohne Wirkung blieben (Kulturv. II. 9). Infolgedessen wurde 1894 eine Untersuchung über das Verhältnis der beiden Pilze zu einander angestellt (Kulturv. III. 13). An etwa acht verschiedenen Stellen im Oldenburgischen wurden Aecidien eingesammelt und jede Nadel einzeln in Papier verpackt. Die Versuche wurden zum Teil mit den Aecidien einer einzigen Nadel, zum Teil mit denen von 2—3 Nadeln von demselben Baume ausgeführt. In allen Fällen, wo mit den Aecidien einer einzigen Nadel *Alectorolophus* und *Melampyrum* zugleich besät worden waren, ausserdem auch in ein paar Fällen, wo 2 bis 3 Nadeln verwendet worden waren, wurde nur eine der beiden Pflanzen infiziert, *Melampyrum* allein 4 mal, *Alectorolophus* allein 6 mal. In 4 Fällen, wo 2—3 Nadeln verwendet worden waren, wurden beide Pflanzen infiziert; in 2 von diesen 4 Fällen schien obendrein die Infektion der einen Pflanze durch zufällig hinzugekommene Sporen hervorgebracht zu sein. Aus diesen Versuchen musste geschlossen werden, dass das *Coleosporium* auf *Melampyrum* von dem auf *Alectorolophus* und *Euphrasia* biologisch verschieden sei.

Die künstliche Infektion einer Kiefer mittels des *Col. Melampyri* wurde in der Weise ausgeführt, dass eine in einem Topfe wachsende Kiefer im Freien an einer geschützten Stelle in einem stark mit *Coleosporium* behafteten *Melampyrum*-Rasen für die Zeit von Juli bis September mit dem Topfe in die Erde gesetzt wurde. Im September waren bereits Spermogonien vorhanden, im nächsten Frühjahr bildeten sich Aecidien (*Peridermium Soraueri* Kleb.). Bei den damit vorgenommenen Aussaatversuchen wurde nur *Melampyrum*, nicht *Alectorolophus* infiziert (Kulturv. IV. 257).

Eine weitere Bestätigung der Verschiedenheit lieferte ein 1900 ausgeführter Versuch, bei welchem ein gemischtes Material ausser *Melampyrum* zwar noch *Tussilago, Senecio* und *Sonchus* infizierte, aber nicht *Alectorolophus* (Kulturv. IX. 692). Dieser Versuch zeigte zugleich, dass die Aecidiosporen 19—20 Tage nach dem Einsammeln noch ihre volle Infektionstüchtigkeit besitzen.

G. Wagner (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 257) führt zwei Beobachtungen an, welche für die Verschiedenheit von *Col. Euphrasiae* und *Col. Melampyri* sprechen. Er fand einen Kiefernbestand mit Aecidium befallen, daneben *Melampyrum* mit Uredo behaftet, *Alectorolophus* und *Euphrasia* aber pilzfrei. An zwei anderen Stellen fand er neben aecidientragenden Kiefern *Alectorolophus,* bezüglich *Euphrasia* stark infiziert und daneben *Melampyrum* pilzfrei (Fundorte in Böhmen). Bei zwei Aussaatversuchen (l. c. 261) mit Aecidien von *Pinus montana* Mill. wurde nur

Melampyrum pratense L. infiziert, während *Euphrasia officinalis* L. pilzfrei blieb (Material vom Fichtelberg, Erzgebirge).

Überwinterung im Uredozustande kann bei *Col. Melampyri* ebensowenig eintreten wie bei *Col. Euphrasiae*, da die Nährpflanzen einjährig sind. Ein Fall dreijähriger Entwickelung der Aecidien wurde unter *Col. Senecionis* erwähnt.

Coleosporium Melampyri dürfte sich vermutlich auch auf *Melampyrum cristatum* L., *arvense* L. und *nemorosum* L. übertragen lassen.

Coleosporium Pulsatillae (Strauss) Lév.

Der Zusammenhang des *Coleosporium Pulsatillae* mit einem Kiefernnadelrost war zwar nach den Erfahrungen über die anderen *Coleosporium*-Arten wahrscheinlich, doch bemühte ich mich vergeblich, an den in Nordwestdeutschland nicht allzuhäufigen Orten des Zusammentreffens von *Pulsatilla* mit der Kiefer das *Coleosporium*, bezugsweise *Pulsatilla* infizierende Aecidien aufzufinden. Herr O. Jaap, der bei Sukow in der Prignitz das *Coleosporium* gefunden hatte, unternahm es auf meine Veranlassung, nach dem *Peridermium* zu suchen, und hatte dabei guten Erfolg. Mit den von Herrn Jaap erhaltenen Aecidien (*Peridermium Jaapii* Kleb.) gelang es im Juni 1901, bei der Aussaat auf *Pulsatilla vulgaris* Mill. und *Pulsatilla pratensis* Mill. nach 14 Tagen reichliche Uredolager und später Teleutosporen zu erhalten (Klebahn, Kulturv. X. 132 [28]).

Cronartium asclepiadeum (Willd.) Fr.

Cornu (Compt. rend. 32. 1886. 930) hatte vergeblich versucht, gemäss den Angaben Wolff's (s. *Peridermium Pini* und *Coleosporium Pini* und *Coleosporium Senecionis*) mittels des Rindenrosts der Kiefer *Senecio* zu infizieren. Die Beobachtung eines verheerenden Auftretens des Rindenrosts in den Forsten von S. Germain bei Paris, wo 15% der Pflanzungen 4—5jähriger Bäume vom Rindenroste befallen, der Nadelrost und *Senecio*-Arten aber nur sehr spärlich vorhanden und letztere pilzfrei waren, veranlasste Cornu dann, einen anderen Zwischenwirt zu suchen. Unter den benachbarten Pflanzen fiel *Vincetoxicum officinale* Moench auf, und es wurden mit dieser Pflanze und mit einer „südlichen Form derselben" Aussaatversuche vorgenommen, durch die es gelang, aus den Aecidiosporen das *Cronartium asclepiadeum* zu erziehen. Cornu erwähnt auch das Auftreten des *Peridermium* auf Aleppokiefern (*P. halepensis* Mill.) und vermutet auch für dieses den Zusammenhang mit *Cronartium asclepiadeum*.

Nach zahlreichen vergeblichen Versuchen, mittels *Peridermium Pini* f. *corticola* aus verschiedenen Teilen Deutschlands auf *Vincetoxicum officinale* das *Cronartium* hervorzubringen, gelang es mir endlich, mittels einer aus S. Germain vom Fundorte Cornu's erhaltenen und gleichzeitig mittels einer von Dietel bei Greiz gesammelten Rindenrostprobe, und zwar nunmehr ohne jede Schwierigkeit, auf *Vincetoxicum* Uredo- und Teleutosporen zu erziehen und damit nicht nur die Angaben Cornu's zu bestätigen, sondern zugleich zu zeigen, dass das zu *Cronartium asclepiadeum* gehörende *Peridermium* von dem, welches mir sonst vorgelegen hatte (vgl. *Peridermium Pini*), verschieden sei (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 8. 1890. (61)).

Nach Magnus (Ber. naturw.-med. Verein Innsbruck 21. 1892/93 [31]) hat auch Peyritsch 1887 und 1888 ein „*Peridermium Pini*" mit Erfolg auf *Vincetoxicum* ausgesät.

Spätere Untersuchungen haben bei diesem Pilze eine sehr merkwürdige und bisher unter den Rostpilzen einzig dastehende Pleophagie nachgewiesen.

Zuerst zeigte Géneau de Lamarlière (Assoc. franc. pour l'av. d. sc. 23. sess. Caen 2. 628), dass auch auf *Paeonia officinalis* L. und „*grandiflora*" durch Aussaat der Sporen eines Rindenrosts der Kiefer Uredo- und Teleutosporen entstehen, und knüpfte daran die Vermutung, dass *Cr. flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. und *Cr. asclepiadeum* identisch seien. Dann fand Ed. Fischer (Arch. sc. phys. nat. 1896. 101; Entw. Unters. 1898. 90) bei Aussaatversuchen mit einem Rindenrost von Twann am Bieler See, den er bereits 1892 mit Erfolg auf *Vincetoxicum* ausgesät hatte, dass dasselbe Pilzmaterial gleichzeitig *Vincetoxicum officinale* und *Paeonia tenuifolia* L., sowie etwas weniger reichlich *Paeonia officinalis* L. infizierte, während *Gentiana asclepiadea* L. völlig pilzfrei blieb.

Weil eine so merkwürdige Pleophagie bis dahin unter den Rostpilzen nicht bekannt geworden war, äusserte ich Bedenken gegen den hieraus von Fischer gezogenen Schluss, dass *Cronartium asclepiadeum* und *Cr. flaccidum* identisch seien, und verlangte einen strengeren Beweis, da in dem angewandten Aecidienmaterial, selbst wenn es von demselben Zweige stammte, doch möglicherweise zwei verschiedene Pilze enthalten gewesen sein konnten (Klebahn, Kulturv. VI. 340 [16]).

Infolgedessen stellte Fischer (Schweiz. Bot. Ges. 11. 1901. [1]) Aussaaten mit Uredosporen an, die auf *Vincetoxicum* im Freien gewachsen waren, und es gelang ihm, *Paeonia tenuifolia* damit zu infizieren. Später wiederholte er den Versuch nochmals mit demselben Erfolge, säte auch umgekehrt Uredosporen, die auf *Paeonia officinalis* gewachsen waren.

mit Erfolg auf *Vincetoxicum,* versuchte aber vergeblich *Gentiana asclepiadea* mittels der Uredosporen zu infizieren (Fischer, Schweiz. Bot. Ges. 12. 1902. [3]).

Durch eigene Versuche gelang es mir dann zunächst, zu zeigen, dass auch Pilze von anderen Standorten sich ebenso verhalten (Klebahn, Kulturv. X. 136 [32]; XI. 20). Proben des *Peridermium Cornui* aus Sachsen (leg. W. Krieger) infizierten gleichzeitig *Vincetoxicum officinale, Paeonia tenuiflora* L. und *P. peregrina* Mill.; die Uredo von *Vincetoxicum* liess sich auf *Paeonia peregrina,* die von *Paeonia tenuifolia* auf *Vincetoxicum* übertragen. Auch auf *Paeonia* wurden reichliche Uredosporen gebildet, während Fischer eine weniger reichliche Uredobildung bemerkt zu haben glaubt.[1])

Ist schon die durch den Nachweis der Identität von *Cron. asclepiadeum* und *Cr. flaccidum* sich ergebende Pleophagie dieses Pilzes auffällig, so wird sie es noch mehr durch die Auffindung zweier weiterer Wirte.

T. Vestergren (Bih. Sv. Vet. Akad. Handl. 22. Afd. 3 Nr. 6. 5) hat kürzlich unter dem Namen *Cr. Nemesiae* ein neues *Cronartium* beschrieben, das bei Bro in Gotland auf der aus Südafrika stammenden, dort aus Samen gezogenen *Nemesia versicolor* E. Mey. auftrat. Sowohl die Frage Vestergren's, ob der Pilz mittels der Samen übertragen sein könne, wie auch die Hoffnung, einen Aecidienwirt des *Peridermium Pini* (siehe dieses) zu finden, veranlassten mich, Versuche mit *Nemesia* zu machen (1901). Samen aus gleicher Quelle mit den von Vestergren beobachteten lieferten pilzfreie Pflanzen. Die Aussaat von *Peridermium Pini* war ohne Erfolg. Dagegen gelang es, mittels Uredo von *Vincetoxicum* Uredo auf *Nemesia versicolor* hervorzurufen (Klebahn, Kulturv. X. 136 [32]), und im folgenden Jahre wurden sowohl durch Aussaat von Aecidiosporen, wie durch Aussaat von Uredosporen Uredolager auf *Nemesia* erhalten, denen Teleutosporen folgten (Kulturv. XI. 21). *Cr. Nemesiae* Vest. ist demnach mit *Cr. asclepiadeum* identisch. *Nemesia* war bei Bro vermutlich von dem dort vorkommenden Aecidium aus infiziert worden.

Noch ein weiterer Wirt wurde 1903 gefunden. Dietrich (Arch. Naturk. Liv-, Esth- u. Kurlands 2. s. 1. 1859) erwähnt *Cronartium* auf mehreren Nährpflanzen, die in den Sammelwerken, z. B. von *Saccardo,* nicht genannt werden, nämlich *Cr. asclepiadeum* auf *Cynanchum fuscatum* und *Asclepias pneumonanthe* (S. 287), *Cr. Ruelliae* Dietr. auf *Ruellia*

[1]) Über die Beibehaltung des Namens *Cr. asclepiadeum* (Willd.) Fr. habe ich mich Kulturv. X. 137 [33] geäussert.

formosa, *Cr. Hystrix* Dietr. auf *Grammatocarpus volubilis* und *Cr. Verbenes* Dietr. auf *Verbena teucrioides* (S. 495). Es schien mir wünschenswert zu sein, mit einigen dieser Pflanzen Versuche anzustellen. In Ermangelung von Aecidien verwandte ich Uredosporen, die Herr Prof. E. Fischer so liebenswürdig war, mir zu senden. Durch die Aussaat erhielt ich Uredo- und Teleutosporen auf *Verbena teucrioides* Gill. et Hook.

Wir kennen demnach jetzt 4 verschiedene Pflanzen, aus 4 verschiedenen Familien (Asclepiadaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae, Verbenaceae) die *Cron. asclepiadeum* als Wirte dienen können.

Bei *Nemesia* und *Verbena* handelt es sich um Pflanzen, die in ihrer Heimat, Südafrika bezüglich Chile, schwerlich von *Cronartium* befallen werden, weil daselbst keine Kiefern vorkommen (Engler u. Prantl, natürl. Pflanzenfam. 2, 1. 1889. 71). Diese Erscheinungen werfen daher ein interessantes Licht auf die Beziehungen zwischen Wirt und Schmarotzer, sie zeigen die Möglichkeit des plötzlichen Übergehens eines Schmarotzers auf einen neuen Wirt (vgl. Kap. XV, S. 165).

Bemerkenswert ist auch die Erscheinung, dass zwischen den Blättern der vier Wirte keine äusserlich wahrnehmbaren Ähnlichkeiten vorhanden sind; namentlich die von *Nemesia* und *Verbena* weichen sehr von denen von *Vincetoxicum* und *Paeonia* ab. Dagegen sind die Blätter von *Gentiana asclepiadea*, auf die der Pilz nicht übergeht, denen von *Vincetoxicum* weit ähnlicher (vgl. Kap. XVII, S. 193).

Die merkwürdige Pleophagie des *Cronartium asclepiadeum* muss zu der Frage führen, ob der Pilz vielleicht noch weitere Pflanzen infizieren kann. Auf *Comptonia asplenifolia* Gaertn., *Grammatocarpus volubilis* Presl. (*Scyphanthus elegans* Sweet), *Ruellia*-Arten und *Verbena officinalis* L. habe ich einstweilen kein Resultat erhalten, doch ist es wünschenswert, die Versuche, namentlich die auf *Grammatocarpus*, zu wiederholen. Dass *Gentiana asclepiadea* nicht befallen wird, wurde schon früher festgestellt (s. *Cron. gentianeum*). Auch auf *Balsamina* (*Cron. Balsaminae* Niessl und *Pedicularis palustris* (*Cron. Pedicularis* Lindr., vor kurzem aus Finland neu beschrieben) müssten noch Versuche gemacht werden.

Die Infektion der Kiefer mittels der Teleutosporen ist bisher noch nicht ausgeführt worden. Man kann vermuten, dass die Sporidien auf den Nadeln keimen, und dass die Hyphen dann in die Zweige vordringen; die Rinde selbst scheint dem Eindringen der Keimschläuche wenig günstig zu sein. Man findet die Teleutosporen auf den Blättern der lebenden Pflanze im August nicht selten keimend vor; ich habe jetzt auch festgestellt, dass die Keimung durch starkes Feuchthalten abgeschnittener

Blätter leicht künstlich hervorgerufen werden kann. Einige Aussaatversuche auf Kiefern habe ich gemacht, doch war das Material nicht besonders reichlich.

Über die morphologischen Verhältnisse des Aecidiums, sowie über die Wirkung des Pilzes auf die Kiefer ist *Peridermium Pini* zu vergleichen.

Der Umstand, dass das Mycel des *Peridermium Cornui* in der Rinde der Kiefer perenniert, sichert dem Pilze auf eine Reihe von Jahren die Existenz unabhängig von der Uredo- und Teleutosporengeneration. Die letztere dagegen hat ein lokalisiertes Mycel und wird mit den einjährigen Sprossen der Nährpflanzen vollständig von diesen entfernt. Sie entsteht daher alljährlich neu aus Aecidiosporen, und dies harmoniert mit der hervorragenden Anpassung dieser Sporen an die Windverbreitung. Nichts spricht dafür, dass die Uredo- und Teleutosporengeneration sich aus sich selbst im folgenden Jahre reproduzieren könnte. Ich habe wiederholt *Vincetoxicum*-Pflanzen sehr stark infiziert gehabt und im folgenden Jahre nie eine Spur des Pilzes wieder bemerkt. Ich lege daher der Angabe von Eriksson (Centralbl. f. Bact. 2 Abt. 2. 1896. 384), dass er *Cronartium asclepiadeum* beobachtet habe, ohne dass es ihm gelungen sei, *Peridermium Cornui* in der Nähe aufzufinden, nach dieser Hinsicht keine Bedeutung bei.

Cronartium gentianeum Thüm.

Da wiederholte Aussaatversuche von Fischer (Entw. Unt. 93; Schweiz. Bot. Ges. 12. 1902. [3]) und mir (Klebahn, Kulturv. X. 136 [32]); XI. 21) die Unempfänglichkeit von *Gentiana asclepiadea* L. gegen *Peridermium Cornui* ergeben haben, so ist zu schliessen, dass *Cronartium gentianeum* Thüm. eine von *Cron. asclepiadeum* verschiedene Art ist. Wahrscheinlich steht auch *Cr. gentianeum* mit einem Kiefernrindenrost in Zusammenhang, nach dem in den Verbreitungsgebieten dieses *Cronartium* gesucht werden müsste.

Peridermium Pini (Willd.) Kleb.

Der Name *Lycoperdon Pini* Willdenow (1788 in Römer und Usteri, Magazin f. d. Bot. 4. 16) bezeichnet nur den Rinden-Blasenrost, und zwar Material aus der Gegend von Berlin, das zu *Cronartium asclepiadeum* keine Beziehungen haben kann. Ich leite daraus die Berechtigung ab, diesen Namen für den im folgenden besprochenen, im nördlichen Deutschland verbreiteten Rindenrost, dessen Wirtswechsel noch nicht bekannt ist, beizubehalten. Willdenow gibt folgende Beschreibung: „Lycoperdon Pini gregarium oblongum compressum aurantiacum, apice dehiscens, pulvere

concolore. Fig. nostr. 12. Oblongum obtusum sessile et parasiticum lateribus compressis, apice irregulariter dehiscens. Recens aurantiacum, siccum albido-flavescens est. Semen aurantiacum est; siccitate etiam flavescit. In ramis junioribus emortuis Pini sylvestris in der Jungfernheide prope Berolinum, sed rarius, vere observavi. Explicatio Figurae: a. Recens. b. Siccum Lycoperdon repraesentat. — Die beigegebene, vortrefflich ausgeführte Abbildung (Tab. IV) stellt einen bleistiftstarken Zweig dar, der dicht mit Aecidien besetzt ist, die die Farbe der trockenen haben. Ein dünner Seitenzweig hat oben Nadeln und am Grunde einige Aecidien mit der Farbe der frischen.

Persoon bringt den Pilz 1791 (in Gmelin, Syst. natur. Linn. 2. 1473) in die Gattung *Aecidium*; Link (in Willdenow-Link, C. a Linné Spec. plantar. ed. 4. 1824. 66) nennt ihn *Caeoma pineum*. Léveillé (Mém. soc. Linn. de Paris 4. 1826. 212) stellt die neue Gattung *Peridermium* auf.

de Candolle (Flore franç. 2. 1815. 257) vereinigt den Nadelrost mit dem Rindenroste. Sprengel (in C. Linnaei Systema veg. ed. 16. 4, 1. 1827. 574) erwähnt nur den Nadelrost und nennt diesen *Uredo Pini*.

Link unterscheidet 1824 (l. c.) Rindenrost und Nadelrost als α *corticola* (multo major in ramulis excrescens) und β *acicola* (multo minor et tenerior in foliis excrescens). Es würde daher, wenn es noch nötig wäre, diese Bezeichnungen beizubehalten, dem früher geläufigen Namen α *corticola* die Priorität vor dem Namen β *truncicola* Wallroth (Flor. crypt. Germ. 2. 1833. 262) gebühren, den Magnus (Hedwigia 35. 1896. 94) vor einiger Zeit an Stelle des Namens *corticola* einzuführen versucht hat.

Fuckel (Symb. mycol. 42) fasste 1869 Rinden- und Nadelrost als zwei Arten auf und nannte sie *P. Pini* (Willd.) und *P. oblongisporium* Fuck.

Nach Wolff (Landw. Jahrb. 1877. 740) sollen nicht nur die Sporen des Nadelrosts der Kiefern (s. *Coleosporium Senecionis*), sondern auch die des Rindenrosts auf *Senecio*-Arten das *Coleosporium Senecionis* hervorbringen. Infolgedessen wurden von Wolff und den späteren Autoren die beiden Rostformen wieder vereinigt.

Es muss aber Wolff ein Versehen begegnet sein; spätere Autoren haben die Aussaat des Rindenrosts auf *Senecio* vergeblich versucht (Plowright, Brit. Ured. 250; Hartig nach brieflicher Mitteilung, s. Hedwigia 29. 1890. 33, s. ferner Lehrb. d. Baumkrankh. 1882. 66; Cornu, Compt. rend. 32. 1886. 930; Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 6. 1888. LIV; Hedwigia 29. 1890. 33); nur Magnus (Naturw. Rundschau 1. 1886. 310) hat Erfolg gehabt, doch sind die Versuche nicht kritisch behandelt worden

in Bezug auf die etwaige Verschiedenheit von Rinden- und Nadelrost, so dass eine Störung auch hier wahrscheinlich ist (briefl. Mitt.).

Nachdem Cornu für einen bei Paris vorkommenden Rindenrost den Zusammenhang mit *Cronartium asclepiadeum* nachgewiesen und ich den Zusammenhang von *Perid. Strobi* mit *Cron. Ribicola* gefunden hatte (s. diese), nötigten mich die Ergebnisse der Untersuchungen über den in Nordwestdeutschland verbreiteten Rinden-Blasenrost der Waldkiefer, der übrigens, wie sich gezeigt hat, auch an zahlreichen anderen Orten auftritt, diesen als eine besondere, von dem Aecidium des *Cron. asclepiadeum* (*Perid. Cornui* Rostr. et Kleb.) verschiedene Art anzusehen, für die ich die Bezeichnung *Perid. Pini* (Willd.) Kleb. vorschlug (Klebahn, Hedwigia 1890. 28; Deutsch. Bot. Ges. 8. 1890 (64)).

Morphologisch unterscheidet sich dieser Pilz von dem Aecidium des *Cronartium asclepiadeum* nur so wenig, dass es wohl kaum möglich sein dürfte, ihn ohne Kulturversuche mit Sicherheit zu erkennen. Die Sporen und die Pseudoperidie sind bei *P. Pini* im ganzen etwas derber, und namentlich sind die starren Fäden (Fila rigida, Léveillé l. c.), die vom Scheitel der Peridie gewissermassen wie stützende Pfeiler herabragen, hier in der Regel vorhanden, während sie bei *P. Cornui* fast fehlen; ob aber diese Fäden ein konstantes Merkmal abgeben, habe ich noch nicht untersuchen können. Dagegen unterscheiden sich beide Aecidien leicht von denen des *Cronartium Ribicola.* Die glatte Stelle der Sporenmembran ist nicht völlig glatt, sondern areoliert und zugleich dünner als der warzige Teil. Die nach aussen liegenden Membranen der Pseudoperidie sind nicht glatt, sondern haben Stäbchenstruktur (Abbild. Kulturv. I, Taf. V).

Biologisch ist *Peridermium Pini* dadurch charakterisiert, dass seine Sporen weder auf *Vincetoxicum officinale* und *Paeonia*-Arten, noch auf *Ribes*-Arten keimen, wie durch zahlreiche Versuche (s. auch Kulturv. I. 259 [1]; II. 10; VI. 343 [19]; VII. 16 [3]; VIII. 385; IX. 693; X. 139 [35]; XI. 23) festgestellt ist. Allerdings gibt Eriksson (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 2. 1896. 380) an, dass er durch Aussaat der Sporen dieses Pilzes, der auch in Schweden vorkommt, auf *Ribes nigrum* ein paar Uredolager erhalten habe; aber bis Eriksson unzweifelhafte Beweise vom Gegenteil gebracht hat, halte ich mich auf Grund meiner zahlreichen Versuchsergebnisse für berechtigt zu behaupten, dass ihm bei seinen Versuchen eine Störung durch zufällig herbeigewehte Sporen des *Peridermium Strobi* widerfahren ist.

Die zahlreichen Versuche, die Teleutosporennährpflanze zu finden, sind bisher leider sämtlich vergebens gewesen. Folgende Pflanzen wurden

nach und nach zum Teil mehrere Male und mit Material von verschiedenen Standorten besät: *Vincetoxicum officinale* Mnch., *Paeonia officinalis* L., *peregrina* Mill., *arborea* Don., *tenuifolia* L., *corallina* L., *Gentiana asclepiadea* L., *acaulis* L., *Saponaria* L., *alba* Mühl., *Pneumonanthe* L., *Ribes nigrum* L., *rubrum* L., *alpinum* L., *aureum* Pursh, *sanguineum* Pursh, *Grossularia* L., *Balsamina hortensis* Desp., *Pedicularis palustris* L., *Nemesia versicolor* E. Mey., *Comptonia asplenifolia* Gaertn. (*Myrica* aspl. L.), *Grammatocarpus volubilis* Presl. (*Scyphanthus elegans* Sweet), *Verbena teucrioides* Gill. et Hook., *V. officinalis* L., *Ruellia* sp. *(Cronartium)* — *Senecio vulgaris* L., *silvaticus* L., *viscosus* L., *Jacobaea* L., *aquaticus* Huds., *Sonchus oleracens* L., *arvensis* L., *Tussilago Farfara* L., *Petasites albus* Gärtn., *Campanula rotundifolia* L., *Trachelium* L., *rapunculoides* L., *Phyteuma spicatum* L., *Jasione montana* L., *Alectorolophus major* Reichenb., *minor* Wimm. et Grab., *Melampyrum pratense* L., *Pedicularis* sp., *Pulsatilla vulgaris* Mill. *(Coleosporium)* — *Epilobium angustifolium* L., *hirsutum* L., *montanum* L., *Oenothera biennis* L., *Circaea lutetiana* L., *Agrimonia Eupatoria* L., *Prunus Padus* L., *Galium Cruciata* Scop., *verum* L., *Mollugo* L., *Vaccinium Myrtillus* L., *Vitis Idaea* L., *uliginosum* L., *Oxycoccus* L., *Pirola minor* L., *rotundifolia* L. *(Pucciniastrum.* z. T. *Chrysomyxa)* — *Empetrum nigrum* L., *Ledum palustre* L., *Rhododendron ferrugineum* L., *Rubus silvaticus* Weihe et Nees, *saxatilis* L., *plicatus* W. et N., *caesius* L., *Radula* Weihe, *suberectus* And., *danicus, Muenteri, sciaphyllus, Langii, (Chrysomyxa)* — *Betula alba* L., *Carpinus Betulus* L. *(Melampsoridium)* — *Cerastium arvense* L., *Stellaria Holostea* L., *graminea* L. *(Melampsorella)* — *Sorbus aucuparia* L., *Aria* Crantz, *torminalis* Crantz, *Spiraea Aruncus* L. *(Ochropsora)* — *Pinus silvestris (Peridermium)* — *Populus tremula* L., *Salix aurita* L., *repens* L., *Linum usitatissimum* L., *Hypericum* sp. *(Melampsora)* — *Polypodium vulgare* L., *Lycopodium inundatum* L., *Calluna vulgaris* L., *Erica tetralix* L., *Andromeda polifolia* L., *Arctostaphylos officinalis* Wimm. et Grab., *Myrica Gale* L., *Drosera rotundifolia* L., *Polygala vulgaris* L., *Sarothamnus scoparius* Koch, *Genista* sp., *Scleranthus* sp., *Arnica montana* L., *Vinca minor* L., *Impatiens parviflora* DC., *Quercus pedunculata* L. (Pflanzen vom Standorte des *Peridermium* und Verwandte von Teleutosporenwirten). Auch v. Tubeuf (Arb. Biol. Abteil. Gesundheitsamt 2. 1901. 175) hat einige Versuche gemacht. Es trat kein Erfolg ein auf „*Ribes, Sorbus, Betula, Cynanchum, Euphorbia, Campanula, Pteris, Senecio.*“

Da mit diesen Versuchen die naheliegenden Möglichkeiten ziemlich erschöpft sein dürften, muss die Lebensgeschichte des vorliegenden Pilzes

als recht rätselhaft bezeichnet werden. Gegenüber der Pleophagie des *Cronartium asclepiadeum* erscheint es sehr merkwürdig, dass die Sporen des *Perid. Pini* auf keiner der zahlreichen ihnen angebotenen Nährpflanzen eine Wirkung hervorgebracht haben.

Eriksson (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 2. 1896. 379 u. 385) meint aus meinen Versuchen den Schluss ziehen zu müssen, dass „ein Fortsetzungsstadium auf anderen Pflanzenarten nicht vorhanden" sei und denkt sich also eine Reproduktion des Pilzes auf der Kiefer durch die Aecidiosporen. Gegen diese Art der Schlussfolgerung habe ich mich schon in den die Getreideroste behandelnden Abschnitten ausgesprochen; ich habe aber trotzdem wiederholt Aussaaten auf Kiefern gemacht, z. B. 1897 u. 1898, ohne dass bisher ein Erfolg eingetreten wäre. Eriksson hat bereits 1895 solche Impfungen vorgenommen und würde sicher nicht verfehlt haben, darüber zu berichten, wenn sich ein Erfolg in seinem Sinne gezeigt hätte. Es kann also hiernach auch als ziemlich sicher angenommen werden, dass eine Infektion der Kiefer mittels der Aecidiosporen nicht möglich ist. Ein etwaiger positiver Versuchsausfall auf *Pinus silvestris* würde übrigens in weit höherem Grade als beweisend angesehen werden können, als ein solches Ergebnis auf *Pinus Strobus* L., da *Pinus silvestris* bei uns nur äusserst selten von dem Pilze befallen wird, während kranke Weymouthskiefern unter den Sämlingen der Baumschulen ziemlich häufig sind und man nicht selten kleine Weymouthskiefern erhält, die gesund aussehen, sich später aber doch als bereits infiziert erweisen. Eine auffällige Erscheinung, die allerdings zu Anschauungen, wie sie Eriksson vertritt, leicht Veranlassung geben kann, ist die, dass die sehr vereinzelten Kiefern, die man bei uns hier und da von dem Pilze befallen trifft, nicht selten gleichzeitig mehrere erkrankte Zweige haben, zwischen denen ein näherer Zusammenhang nicht nachweisbar ist. Eine Erklärung dieser Erscheinung kann augenblicklich noch nicht gegeben werden.

Eriksson ist zufolge seiner gesamten Anschauungen auch nicht abgeneigt, den Ursprung des Auftretens der Kiefernroste im Samen zu finden, aber gerade das hier angeführte Beispiel (l. c. 389), spricht sehr wenig in seinem Sinne, weil nur eine von 30 Pflanzen befallen wurde.

Über das Mycel des *Peridermium Pini* finden sich nur kurze Angaben bei Reess (Naturf. Ges. Halle 11. 1869 [46]), genauere bei Wolff (Landw. Jahrb. 6. 1877) und namentlich bei Hartig (Bot. Zeit. 1870. 353; Wichtige Krankh. d. Waldb. 1874; Lehrb. d. Baumkr. 1882. 64). Danach verbreitet sich das Mycel in den Interzellularräumen der Rinde, des Bastes und der Markstrahlen. Die Hyphen drängen sich namentlich zwischen Siebfasern und Bastparenchym ein und senden hier

zahlreiche Haustorien in die Zellen. Durch die Markstrahlen gelangen sie auch in die Harzkanäle des Holzkörpers. Wo sie eindringen, verschwindet der Zellinhalt, namentlich die Stärke; dafür tritt Terpentin auf, der zum Teil auch wohl durch die Harzkanäle zuwandert. Er sammelt sich in Tropfen an und bringt das Holz zum Verkienen.

Wo das Mycel die Rinde ergriffen hat, wird diese allmählich zum Absterben gebracht und die Jahrringbildung im Holze hört auf. Jüngere Zweige gehen infolgedessen oberhalb der ergriffenen Stelle, die sich an solchen um den ganzen Umfang erstreckt, bald zu Grunde, während das Mycel unterhalb der kranken Stelle in der Richtung nach dem Stamme weiter wächst. Ältere Stämme sind oft nur einseitig ergriffen und widerstehen lange, nach Hartig bis 60 Jahre, dem sich nur langsam allseitig ausbreitenden Parasiten. Durch das Aufhören der Jahrringbildung an der ergriffenen Seite und ein stärkeres Wachstum des Holzes an der gesundbleibenden Seite kommen eigenartige Querschnittsformen des Holzkörpers zu Stande (Abbild. Hartig, Lehrb. l. c. 64). Wenn unterhalb einer abgestorbenen Krone noch kräftig wachsende Zweige sich befinden, entsteht der sog. Kienzopf oder Kiengipfel.

Neue Fruchtlager entstehen in der Regel nur auf den neu ergriffenen Rindeteilen. Mitunter soll das Mycel auch weiter vegetieren ohne zu fruktifizieren.

Wesentliche Veränderungen in der Differenzierung der Elemente der Zellgewebe (etwa wie bei *Gymnosporangium*) scheinen durch *Peridermium* nicht hervorgerufen zu werden, doch wären genauere Untersuchungen darüber noch anzustellen (vgl. auch *Cron. Ribicola*).

Cronartium Quercuum (Cooke) Miyabe.

M. Shirai (Bot. Magazine 13. 1899. 74) schloss aus dem gemeinsamen Vorkommen des japanischen *Peridermium giganteum* (Mayr) Tub. auf *Pinus densiflora* Sieb. et. Zucc., *P. Thunbergi* Parl., *P. parviflora* Sieb. et Zucc. und *P. liuckuensis* Mayr mit *Cronartium Quercuum* auf den laubwechselnden Eichen *Quercus serrata* Thunb., *Q. variabilis* Blume und *glandulifera* Blume auf einen Zusammenhang und erzog auf Sämlingen der drei letztgenannten durch Aussaat der Aecidiosporen im Mai Uredosporen, denen im Juni Teleutosporen folgten.

Das *Peridermium* bildet kugelige oder halbkugelige Anschwellungen der Rinde. Die Aecidiosporen reifen Ende April. Der süsse Saft der Spermatien wird von Kindern genascht. (Nach dem Bot. Jahresbericht.)

Cronartium Ribicola Dietr.

Epidemisches Auftreten des Blasenrosts auf der Rinde der Weymouthskiefer (*Pinus Strobus* L.) an mehreren Stellen Nordwestdeutschlands veranlasste eine nähere Untersuchung des Pilzes, die zunächst zur Auffindung deutlicher morphologischer Unterschiede gegen die anderen Blasenroste führte (Klebahn, Abh. naturw. Ver. Bremen 10. 1887. 145). Der Blasenrost der Weymouthskiefer (*Peridermium Strobi* Kleb.) ist dadurch sehr scharf charakterisiert, dass die im übrigen aussen eine Stäbchenstruktur aufweisende Membran der Sporen auf einer ziemlich grossen Fläche völlig glatt und hier zugleich dicker ist, und zweitens dadurch, dass die nach aussen liegenden Membranen der Peridienzellen glatt sind, während die nach innen liegenden Stäbchenstruktur zeigen (Abbild. Kulturv. I, Taf. V). Ferner ergab sich der Zusammenhang mit dem in der Nachbarschaft der kranken Bäume vielfach vorhandenen *Cronartium Ribicola* (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 6. 1888, S. XLVIII). Der Nachweis wurde durch zahlreiche Aussaatversuche mit Aecidiosporen auf *Ribes nigrum* L. erbracht; aus dem gleichzeitigen Immunbleiben von *Vincetoxicum officinale* Moench. musste geschlossen werden, dass der Pilz auch biologisch von dem Blasenroste der Waldkiefer verschieden sei.

Die Versuche sind später von mir selbst (Hedwigia 29. 1890. 31; Kulturv. I. 333 [17]; III. 73; VI. 344 [20]) und anderen Autoren (Rostrup, Tidsskr. f. Skovbrug 12. 1889. 187; v. Wettstein, Sitzungsb. zool.-bot. Ges. 40. 1890. 44; Sorauer, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 183 u. 366; Eriksson, Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 2. 1896. 380; v. Tubeuf, Arb. Biol. Abteil. K. Gesundheitsamt 2. 1901. 173) erfolgreich wiederholt worden. Dabei wurden folgende *Ribes*-Arten als empfänglich gegen *Peridermium Strobi* erkannt: *R. alpinum* L. (K., S.), *americanum* Mill. (S.), *aureum* Pursh (K., S., T.), *Cynosbati* L. (T.), *divaricatum* Dougl. (T.), *Grossularia* L., gewöhnliche (K., T.), auf *R. aureum* gepfropft (K.), *nigrum* L. (K., R., S., E., T.), *oxyacanthoides* L. (T.), *rotundifolium* Michx. (S.), *rubrum* L. (K., R., S., T.), *sanguineum* Pursh (S., T.), *setosum* Lindl. (S.).

Ausserdem ist *Cronartium Ribicola* noch auf verschiedenen anderen *Ribes*-Arten beobachtet worden, und es liegt kein Grund vor, zu zweifeln, dass es sich in allen Fällen um denselben Pilz gehandelt hat. P. Hennings (Notizblatt K. Bot. Gart. u. Mus. Berlin No. 28. 1902. 173) gibt z. B. noch die folgenden Arten an, auf denen er den Pilz im Botanischen Garten zu Dahlem bei Berlin beobachtet hat: *Ribes nigrum* var. „*heterophyllum*“, *bracteosum* Dougl., *multiflorum* Kit., *petraeum* Wulf., „*floridum*“, *Gordonianum* (hybr.) Lem., *aureum* var. „*leiobotrys*“, *aciculare* Sm., „*sub-*

vestitum", triste Pall., *hirtellum* Mich., *niveum* Lindl., *„irriguum", „triflorum", prostratum* L'Hérit.

Der Grad der Empfänglichkeit der *Ribes*-Arten gegen die Infektion ist ziemlich verschieden. Am leichtesten werden nach meinen Erfahrungen *Ribes nigrum* und *aureum* infiziert, dann folgen *R. alpinum* und *R. rubrum*, weniger leicht wird *R. sanguineum* befallen. *Ribes Grossularia* hielt ich anfangs für ganz immun; auch nach den Versuchen von Rostrup und von Sorauer schien es so. Hochstämmige, auf *Ribes aureum* gepfropfte Stachelbeeren werden dagegen verhältnismässig leicht infiziert, und ich glaubte deshalb einen Einfluss annehmen zu müssen, den die Unterlage auf das Pfropfreis ausübt (Klebahn, Kulturv. I. 333 [17]) Später gelang es mir einmal, *R. Grossularia* ziemlich reichlich zu infizieren (Kulturv. III. 73), neuerdings (Kulturv. XI. 54) bemühte ich mich aber wieder einmal vergebens, auf *R. Grossularia* Erfolg hervorzubringen. Die Frage nach dem Einflusse der Unterlage auf das Pfropfreis scheint mir daher doch nicht ganz ohne Bedeutung zu sein. Nur wird es zu ihrer Klärung nötig sein, dass die gepfropften Pflanzen und diejenigen, von denen das Pfropfreis stammt, unmittelbar verglichen werden. Versuche dieser Art, die ich schon vor längerer Zeit eingeleitet hatte, sind einstweilen an verschiedenen Umständen gescheitert.

Möglicherweise könnte aber diese Frage noch durch eine gewisse Spezialisierung des Infektionsmaterials kompliziert sein. Magnus (Notizblatt K. Bot. Gart. u. Mus. Berlin Nr. 29. 1902. 185) macht nämlich darauf aufmerksam, dass er den Pilz an manchen Orten ausschliesslich auf *Ribes aureum,* an anderen ausschliesslich auf *R. nigrum* gefunden habe. Das von Magnus angeführte Beispiel ist allerdings nicht bestimmt genug, und ich möchte ohne vergleichende Kulturversuche aus den erwähnten Beobachtungen nicht allzuviel schliessen. Bei meinen bisherigen Versuchen habe ich keine Erfahrungen gemacht, die den Verdacht einer Spezialisierung entstehen liessen. Dennoch muss mit der Möglichkeit eines derartigen Verhaltens gerechnet werden, wie die bei meinen neueren Versuchen mit *Melampsora Larici-epitea* und *Melampsoridium betulinum* gewonnenen Erfahrungen deutlich zeigen (Klebahn, Kulturv. X. 37 [21]; XI. 30. u. 1903).

Die Rückinfektion der Weymouthskiefer ist bis jetzt erst einmal ausgeführt worden (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 8. 1890. (63)). Es kann aber bezweifelt werden, ob der damals erhaltene Erfolg die Folge der Sporidienaussaat war, da es sich gezeigt hat, dass die Entwickelung des Pilzes einen ziemlich langen Zeitraum in Anspruch nimmt, und da die aus Baumschulen bezogenen jungen Pflanzen nicht selten infiziert sind, ohne dass man es ihnen ansehen kann (vgl. Klebahn, Kulturv. VII.

16 [2]). Die Teleutosporen sind gleich nach der Reife, im Spätsommer oder Herbst, keimfähig. In feuchter Luft kann man sie leicht zum Keimen veranlassen. Um dieselbe Zeit muss die Infektion der Kiefern stattfinden. Vermutlich bilden die Nadeln die Eintrittspforte, doch ist darüber noch nichts festgestellt. Frühestens im Juni oder Juli des folgenden Sommers können Spermogonien beobachtet werden, und zwar treten diese, wie mehrfache Beobachtungen zeigen, im ersten Jahre ohne Aecidien auf. Erst im nächstfolgenden Sommer und zwar etwa Ende April bis Anfang Juni können die Aecidien erscheinen. Vielleicht dauert es aber in den meisten Fällen noch länger, bis sie sich zeigen.

Als Wirte der Aecidiengeneration kommen *Pinus Strobus* L., *P. Lambertiana* Dougl., *P. monticola* Dougl. und *P. Cembra* L. in Betracht. Auf *P. Lambertiana* und *monticola* fand ich den Pilz je einmal im Bremer Bürgerpark. Von grossem Interesse ist das Vorkommen auf *Pinus Cembra*. Ich erhielt davon zuerst Kunde durch ein von S. Nawaschin mir übersandtes, aus Russland (Prov. Tula, leg. M. Tursky) stammendes Exsiccat, dessen Sporen mit denen des *Perid. Strobi* vollkommen übereinstimmten (Klebahn, Deutsch. Bot. Ges. 8. 1890. (64)). Den Beweis, dass der Pilz auf *Pinus Cembra* wirklich zu *Cronartium Ribicola* gehört, hat später W. Tranzschel (Arbeiten St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft 25. Sitzungsberichte 1894. 22 [Russisch], nach Magnus, Notizblatt K. Bot. Gart. u. Mus. Berlin Nr. 29. 1902. 183) durch Aussaat der Aecidiosporen auf *R. nigrum* erbracht.

Nun ist aber der Umstand merkwürdig, dass in Amerika, der Heimat der Weymouthskiefer, *Peridermium Strobi* noch nicht beobachtet worden ist, und dass ebenso *Cronartium Ribicola* auf den dort einheimischen *Ribes*-Arten nicht vorkommt (s. Farlow and Seymour, Hostindex). Es muss hieraus geschlossen werden, dass *Cronartium Ribicola* in der alten Welt auf *Pinus Cembra* und *Ribes*-Arten heimisch ist, und dass dieser Pilz die Weymouthskiefer erst später ergriffen und mit ihrer Kultur sich ausgebreitet hat (näheres Kap. IX). Woran es liegt, dass *Pinus Cembra* bei uns von dem Pilze nicht befallen wird, bedarf weiterer Untersuchung. Auch einige der amerikanischen *Ribes*-Arten sind erst bei uns von dem Pilze ergriffen worden (vgl. auch Magnus, Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 385).

Zu Anschauungen, die von den bisherigen erheblich abweichen, kam Eriksson (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 2. 1896. 377) bei seinen Studien über den Weymouthskiefernrost. Er erhielt bei einer Aussaat einen Erfolg auf *Vincetoxicum*, „gerade auf einer infizierten Stelle“, aber erst nach 51 Tagen (!), und ist geneigt, daraufhin den Speciesunterschied zwischen *Peridermium Strobi* und *P. Cornui* für weniger scharf zu halten, als

derselbe bisher angenommen wurde. Ohne Zweifel beruht dieser Erfolg Eriksson's auf einem Versuchsfehler. Gegen seine Ansicht haben sich v. Tubeuf (l. c.) und ich selbst (VI. 343 [19]) auf Grund neuer Versuche ausgesprochen. Namentlich aber spricht dagegen die sehr bestimmte morphologische Verschiedenheit von *P. Strobi* und *P. Cornui*, die Eriksson gar nicht berücksichtigt zu haben scheint.

Ferner hat Eriksson (l. c. 391 und 393) der Vermutung Ausdruck gegeben, dass die Aecidiosporen den Rost auf der Weymouthskiefer reproduzieren könnten und die Uredo- und Teleutosporen für die Erhaltung und Verbreitung des Pilzes also entbehrlich seien. Alle von mir vorgenommenen Aussaaten der Aecidiosporen auf Weymouthskiefern sind ohne Erfolg geblieben. Eriksson meint allerdings, dass Erfolg nicht vor 5—6 Jahren zu erwarten sei, und er hofft auf ein positives Ergebnis seiner im Jahre 1895 angestellten Aussaaten; bis jetzt (1903) hat er aber darüber nichts bekannt gemacht. Da bei der Häufigkeit der Krankheit und infolge der langen Inkubationszeit nicht selten anscheinend gesunde Kiefern schon infiziert sind, wird man sehr skeptisch gegen etwaige positive Ergebnisse sein müssen (Kulturv. VII. 16 [12]; vgl. auch *Peridermium Pini*).

Endlich hat Eriksson (l. c. 388) versucht, einen in den Samen enthaltenen Keim für das Auftreten der Krankheit verantwortlich zu machen. Beobachtungen, wie sie Eriksson (l. c.) anführt, dass benachbart wachsende Pflanzen aus Samen von verschiedenem Ursprung sich in Bezug auf das Auftreten des Pilzes verschieden verhalten, legen allerdings einen solchen Gedanken vielleicht nahe. Auch Tranzschel (l. c.) beobachtete z. B. ein Beet mit *Pinus Cembra* aus sibirischem Samen befallen, ein benachbartes Beet mit Pflanzen aus alpinem Samen vollständig frei von der Krankheit. Wie derartige Fälle zu erklären sind, ist natürlich sehr schwer zu beurteilen, da die näheren Umstände bei der Infektion noch gar nicht bekannt sind. Ich brauche hier nicht zu wiederholen, was oben (Kap. VIII) über Eriksson's Hypothese gesagt ist.

Es ist auch die Frage aufgeworfen worden, ob das Auftreten der Uredo- und Teleutosporen auf *Ribes* in allen Fällen auf eine Infektion mittels der Sporen von *Peridermium Strobi* zurückgeführt werden könne. Eriksson (l. c. 382) erwähnt zwei Fälle, in welchen *Cron. Ribicola* an Lokalitäten auftrat, wo Weymouthskiefern „in der ganzen Gegend" fehlten, bezüglich „in der nächsten Umgebung gar nicht, ja an einem Orte erst in einer Entfernung von $^3/_4$ Meile" vorhanden waren. E. Fischer (Bull. de l'Herb. Boissier 6. 1898. 16) fand *Cr. Ribicola* in der Innschlucht bei St. Moritz auf *Ribes petraeum* Wulf. und bemerkt, dass Weymouths-

kiefern im Oberengadin nicht vorkommen; der nächste Ort, wo welche sind, „Le Prese“ sei 29 km entfernt. Es sind zwar Arven *(Pinus Cembra)* in der Nähe, indessen haben Fischer im August und Revierförster Candrian im Juni des folgenden Jahres kein *Peridermium* auf denselben bemerkt. Nach einer anderen Angabe von Fischer (Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1900) wäre *P. Strobi* bis jetzt in der Schweiz überhaupt noch nicht beobachtet worden.

Noch kürzlich hat P. Hennings (Notizblatt K. Bot. Gart. u. Mus. Berlin Nr. 28. 1902. 172) auf das epidemische Auftreten des *Cronartium Ribicola* im Dahlemer Botanischen Garten hingewiesen und dabei wiederholt betont, dass *P. Strobi* von ihm niemals bei Berlin beobachtet sei. Magnus weist aber (Notizbl. Nr. 29) nach, dass das *Peridermium* nicht nur bei Berlin, sondern überhaupt in der Provinz Brandenburg weit verbreitet sei. Auch in den übrigen Fällen würde bei weiterer Nachforschung die Ursache des Auftretens des *Cronartium* wohl in einem Aecidium gefunden worden sein. Zudem sind gerade die Blasenroste in besonders hohem Grade an die Verbreitung durch den Wind angepasst. Dass das *Cronartium* sich selbst reproduzieren könne, halte ich, ebenso wie bei *Cr. asclepiadeum,* nach seinen anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen und der Art seines Auftretens für sehr wenig wahrscheinlich. Auch v. Tubeuf (Arb. biol. Abt. Gesundheitsamt 2. 1901. 175) konstatiert, dass auf infizierten *Ribes*-Pflanzen im nächsten Jahre kein Rost wieder auftrat.

Das Mycel des Aecidiums perenniert viele Jahre in der Rinde der Weymouthskiefer. Man findet Infektionsstellen an Zweigen und Stämmen jeden Alters vom 2. oder 3. Jahre an; doch kann man die Infektionen an älteren Teilen stets auf das Hinüberwachsen des Mycels aus den jungen zurückführen. Alljährlich wächst das Mycel eine Strecke weiter, besonders in der Richtung nach dem Stamme zu, doch dauert es an dickeren Stämmen und Zweigen lange, bis der ganze Umfang ergriffen ist. Die Wirkung des Pilzes ist eine sehr deletäre. Nach der Entleerung der Aecidien stirbt die ergriffene Rinde in der Regel ab und zeigt dann ein zerfressenes Aussehen; die nächstjährigen Aecidien treten im Umfange der Stelle auf, wo sich die diesjährigen fanden. Jüngere Zweige und kleine Bäume sterben oberhalb der ergriffenen Stelle sehr bald ab; ältere widerstehen viele Jahre. Besonders verhängnisvoll kann die Krankheit daher in Baumschulen werden.

An mir vorliegenden gefärbten Querschnitten dreijähriger Triebe finde ich das Mycel in üppiger Entfaltung in der primären Rinde, die Zellen und auch die Harzgänge umspinnend und dabei wesentlich in

peripherer Richtung verlaufend. Im Weichbast ist es wenig reichlich vorhanden, und hier scheinen die Hyphen mehr in der Längsrichtung des Zweiges zu verlaufen. Sehr auffällig sind dagegen die radial gegen das Holz vordringenden Hyphen im Bastteil der Markstrahlen; dieselben lassen sich, spärlicher werdend, in den Markstrahlen durch den letzten Jahrring hindurch bis in den äussersten Teil des vorletzten Jahrringes verfolgen. Die hier und im letzten Jahrringe befindlichen Harzkanäle sind gleichfalls von Hyphen ergriffen. In die parenchymatischen Zellen dringen vielerwärts Haustorien ein, vereinzelt auch in die an den Markstrahl grenzenden Tracheiden. Wesentliche Veränderungen in der Ausbildung der ergriffenen Gewebe scheint der Pilz nicht zu veranlassen, doch sind darüber genauere Untersuchungen wünschenswert; eine gewisse Anschwellung der erkrankten Rinde ist äusserlich wahrnehmbar.

Mit wenigen Worten mag noch der Spermogonien des *P. Strobi* gedacht sein. Dieselben treten an den neuinfizierten Zweigen oder an solchen Stellen, in die das Mycel von älteren Infektionsstellen her erst eingedrungen ist, im Juli und August auf. Sie schimmern als 2—3 mm grosse gelbliche Flecken durch die Rinde durch und entleeren die Spermatien in Tröpfchen eines deutlich süss schmeckenden Saftes. Der Zweig verbreitet um diese Zeit einen unangenehm süsslichen Geruch. Insekten, vielleicht auch Schnecken, scheinen durch den Geruch und den süssen Geschmack angelockt zu werden. Ich habe mehrere Male Übertragungsversuche mit dem süssen Safte, den man leicht in genügender Menge erhält, auf gesunde Weymouthskiefern vorgenommen, aber bis jetzt noch in keinem Falle irgend ein Resultat erhalten (vgl. Kap. V, S. 40).

Chrysomyxa Rhododendri (DC.) de Bary.

de Bary (Bot. Zeitung 1879. 761) stellte bei seinen Nachforschungen über die Lebensgeschichte des *Aecidium abietinum* Alb. et Schw. fest, dass dasselbe in den Alpen besonders an solchen Stellen massenhaft auf den Fichten (*Picea excelsa* Lk.) erscheint, wo in der Nähe Alpenrosen, *Rhododendron ferrugineum* L. und *hirsutum* L., in grösseren Beständen vorhanden sind; er fand die Teleutosporenform (*Chrysomyxa*) der auf den Alpenrosen bereits bekannten *Uredo Rhododendri* DC. auf und bewies durch Aussaatversuche in beiden Richtungen den Zusammenhang der *Chrysomyxa Rhododendri* mit dem *Aecidium abietinum*. Das Eindringen der Keimschläuche wurde mikroskopisch verfolgt. Die Teleutosporen entwickeln sich erst im Frühjahr nach der Schneeschmelze aus einem überwinterten Mycel auf rotgelben Flecken, die auf den an der *Rhododendron*-Pflanze überwinterten vorjährigen Blättern im Herbst

entstanden waren; sie keimen um dieselbe Zeit, wo (im Gebirge) die Fichten austreiben. Die Keimung lässt sich durch starke Befeuchtung künstlich hervorrufen. Die Sporidien werden eine kurze Strecke fortgeschleudert. Sie infizieren nur junge (am besten eben aus der Knospe brechende) Nadeln und bringen (Versuche im Juni) nach 10 Tagen Spermogonien, nach 30—40 Tagen Aecidien. Bei der Infektion von *Rhododendron* (*hirsutum*) mittels der Aecidiosporen (Versuche Ende Juli bis Anfang September) traten nach mehreren Wochen braune Flecken mit Mycel und auf diesen spät im Herbst und im folgenden Frühjahr einige Uredolager auf, Teleutosporen wurden nicht erhalten.

Das massenhafte Auftreten des Aecidiums in bestimmten Regionen wird nach de Bary (l. c. 777) durch das Vorhanden- und Befallensein der Alpenrosen in den meisten Fällen leicht erklärt. Mit zunehmender Entfernung der Fichten von der Alpenrosenregion schwindet das Aecidium bald. Unter Umständen vermag ein „absteigender feuchter oder nebeltreibender Talwind“ tiefer gelegene Fichten in etwas weiterer Entfernung zu infizieren. Bei grösseren Höhenabständen coïncidieren die für die Infektion günstigen Entwickelungsstadien der Fichte und des Pilzes nicht mehr genügend.

Der Alpenrosenpilz tritt aber auch in Regionen auf, wo keine Fichten sind, z. B. über der Höhengrenze der Fichte, oder (nach von de Bary mitgeteilten Beobachtungen von Magnus) im Lärchen- und Arvenwald im Engadin auf den das Unterholz bildenden Alpenrosen. Das Vorhandensein eines andern mit *Chrysomyxa Rhododendri* in Verbindung stehenden Aecidiums an diesen Stellen betrachtet de Bary nicht gerade als wahrscheinlich; dagegen hält er den Aufwärtstransport der Aecidiosporen oder die Fortführung derselben auf weitere Entfernungen für wohl möglich. In vielen Fällen aber erhält sich der Pilz unzweifelhaft durch seine Uredosporen. In der Region, wo das Aecidium auftritt, werden diese spärlich oder gar nicht gebildet; wo das Aecidium fehlt, scheinen vorwiegend oder selbst ausschliesslich Uredosporen gebildet zu werden. de Bary (S. 787) sucht die Annahme durch Beobachtungen zu stützen, dass es sich hierbei um klimatische Einflüsse, nicht um eine mit der Aecidienbildung im Zusammenhang stehende Einwirkung handle (vgl. Kap. VI u. XVI, S. 48 u. 185).

Gelegentlich ist *Chrysomyxa Rhododendri* auf kultivierten Alpenrosen ausserhalb der Alpen angetroffen worden, so von v. Lagerheim auf *Rh. „suave“* in Bergen (Tromsö Museums Aarshefte 16. 1893. 153), von mir (Abhandl. naturw. Verein Bremen 11. 1890. 337) auf *Rh. hirsutum* bei Bremen, von Dietel (Ludwig, Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891 (194)) bei Greiz. Auch in diesen Fällen war nur Uredo vorhanden.

In Hartig's Lehrbuch der Pflanzenkrankh. (1900. 145) findet sich der Satz: „de Bary hat aber auch den Nachweis geliefert, dass die Aecidienform entbehrlich ist, dass da, wo Fichten fehlen, die Sporidien auf den Blättern der Alpenrosen direkt keimen und Uredolager erzeugen.“ Von einem derartigen Nachweis kann ich in de Bary's Arbeit nichts finden.

Chrysomyxa Ledi (Alb. et Schw.) de Bary.

Nachdem de Bary (Bot. Zeitung 1879. 761) den Zusammenhang des in den Alpen verbreiteten *Aecidium abietinum* mit *Chrysomyxa Rhododendri* (s. diese) festgestellt hatte, musste die Frage entstehen, wie es sich mit der Lebensgeschichte der nicht alpinen Formen dieses Pilzes verhalte, denn *Aec. abietinum* war von Albertini und Schweinitz (Consp. fungorum Niesk. 120) zuerst in der Lausitz und später auch an andern nicht alpinen Lokalitäten gefunden worden. Infolge einer Mitteilung von Woronin, dass bei Wiborg in Finland das Aecidium in Gesellschaft von *Ledum palustre* L. vorkomme, gelang de Bary (l. c. 802) der Nachweis des Zusammenhangs mit *Chrysomyxa Ledi,* indem er aus keimenden Teleutosporen (Juni) auf jungen Fichtentrieben Aecidien erziehen konnte.

Eine Vermutung über die Möglichkeit dieses Zusammenhanges war kurz vorher auch von Schroeter (Beitr. z. Biol. 3, 1. 1879. 55 in Bezug auf das lausitzer Fichtenaecidium ausgesprochen worden.

Weitere Kulturversuche waren bisher mit *Chrysomyxa Ledi* nicht ausgeführt worden, doch beobachtete Rostrup (Tidsskr. f. Skovbrug 6. 1883. 222) beide Generationen nebeneinander, bei Naessjö in Smaaland, Schweden. Im Jahre 1901 habe ich einen bestätigenden Versuch ausgeführt. Ein aus der Dürrkamnitzschlucht (Böhmen) von P. Sydow übersandtes Aecidium brachte bei der Aussaat auf eine Reihe von Pflanzen genau an der Impfstelle auf *Ledum palustre* ein wohlentwickeltes Uredolager hervor (Klebahn, Kulturv. X. 141 [37]).

Auch *Chr. Ledi* vermag sich ohne Aecidien zu erhalten. Auf den vorjährigen Blättern erscheinen im Frühjahr oft noch gleichzeitig mit den Teleutosporen Uredosporen, durch die der Pilz sich reichlich vermehrt. Im Grunewald bei Berlin ist *Chr. Ledi* seit 1821 durch v. Schlechtendal bekannt, ohne dass dort Fichten vorhanden waren (de Bary 806).

Chrysomyxa Rhododendri und *Ledi* waren das erste Beispiel von Rostpilzen, die bei grosser morphologischer Ähnlichkeit sich wesentlich biologisch unterscheiden (vgl. Kap. XIII, S. 131). Allerdings gelang es de Bary, zwischen den Aecidien, die man bis dahin unter dem Namen *Aecidium abietinum* vereinigt hatte, feine Unterschiede aufzufinden.

Gering ist der Unterschied in den Sporen; die von *Chr. Ledi* haben eine etwas dickere Wand, die Ansatzfläche ist deutlicher feinwarzig. Einen wesentlichen Unterschied zeigt die Peridie. Bei *Chr. Rhododendri* bilden die Zellen konkav konvexe Platten, die konkave Seite nach aussen, die Ränder decken sich dachziegelig, die Querwände sind dünn und schräg; bei *Chr. Ledi* bilden die Zellen bikonkave Platten, die Querwände stehen senkrecht zur Fläche und sind in der Mitte verdickt. Die Stäbchen, womit die Innenwand durchsetzt ist, sollen bei *Chr. Rhododendri* stärker, bei *Chr. Ledi* schwächer lichtbrechend sein als die Grundmasse.

Erwähnt sei noch eine Mitteilung von Farlow (Proc. Americ. Acad. Arts a. Scienc. 1885. 320) über das Vorkommen eines *Aec. abietinum* entsprechenden Pilzes auf *Abies nigra* (*Picea nigra* Lk. oder *P. Engelmanni* Engelm.?) am gleichen Fundort in den „White Mountains“ mit Uredo- und Teleutosporen auf *Ledum latifolium* Jacq., die *Chrysomyxa Ledi* glichen. Es traten jedoch auch auf der Oberseite der *Ledum*-Blätter Uredosporen auf, über deren Zugehörigkeit Farlow nicht zu einem sicheren Urteil kommt. Dieselben entsprachen der *Uredo ledicola* Peck. Rostrup (Fungi Groenlandiae in Meddel. om Grönland III. 1888. 535) beschreibt ähnliche Pilze aus Grönland. Er meint, es sei eine *Chrysomyxa Ledi*, die ihre Aecidien auf der Oberseite der *Ledum*-Blätter bilde. Nach v. Lagerheim (Tromsö Mus. 16. 1893. 108) aber handelt es sich um *Caeoma ledicola* (Peck), dessen Zusammenhang mit einer *Chrysomyxa* auch Dietel (Flora 1891. 147) vermutet, und v. Lagerheim nennt den Pilz daher *Chrysomyxa ledicola* (Peck). Die aecidienartigen Gebilde auf der Blattoberseite als „*Caeoma*“ zu bezeichnen, scheint mir indessen nach Rostrup's[1]) bestimmten Angaben über die Pseudoperidie nicht angängig; im übrigen vermag ich die Angelegenheit nicht zu entscheiden. Es scheint aber, als ob auf *Ledum palustre* und *L. groenlandicum* Retz. (= *latifolium* Jacq.) in Grönland

---

[1]) Rostrup schreibt (wörtlich übersetzt): Diese Aecidien ..... haben einen ganz gleichen Bau, nur dass die Peridie mehr unregelmässig aufspringt. Das weisse Peridium wird von Zellen von demselben eigentümlichen Bau, wie bei *Aecidium abietinum* gebildet, und die Sporen gleichen denen desselben ebenfalls, indem sie dicht warzig, kugelig-eiförmig, 25—32 μ lang und 20—25 μ dick sind. Die einzelnen Zellen in der Peridie sind 30—50 μ lang und 20—28 μ dick. Abgesehen davon, dass sie zu einem Häutchen zusammengewachsen sind, weichen sie von den Sporen wesentlich durch ihre mehr kantige Form (im optischen Schnitt 6eckig) und ihre dickere Wand ab. Bei unmittelbarer Vergleichung mit der Peridie von *Aecidium abietinum* war der einzige Unterschied, dass die Zellen des letzteren ein Unbedeutendes schmäler waren.

(und Nordamerika) eine autöcische *Chrysomyxa* lebt, welche der heteröcischen *Chr. Ledi* sehr ähnlich ist.

Es ist versucht worden, *Chrysomyxa Rhododendri* und *Ledi* mit *Chr. Abietis* in phylogenetische Beziehung zu bringen; vielleicht liessen sich aber auch derartige Beziehungen zu *Chr. ledicola* finden (vgl. Kap. XVI, S. 172 u. 178).

Chrysomyxa Woronini Tranzschel.

Mit Material des *Aecidium coruscans* Fr., das ich Herrn T. Vestergren verdanke, machte ich im Sommer 1901 eine Serie von Aussaatversuchen auf über 100 Wirten von Melampsoreen (im weiteren Sinne), ohne dass ein Erfolg eintrat. Auf *Ledum palustre* konnte ich die Aussaat nur im Freien vornehmen.

Kürzlich teilt mir Herr Dr. Tranzschel mit, er sei durch Beobachtungen zu der Ansicht gekommen, dass *Aecidium coruscans* zu einer neuen *Chrysomyxa* (*Chr. Woronini*) auf *Ledum palustre* gehöre. Er habe diesen Pilz zusammen mit *Woronin* im Gouv. Wiborg und im Gouv. St. Petersburg gefunden. Derselbe bildet Hexenbesen, und die jungen Blätter sind an der Unterseite mit Teleutosporen bedeckt. Ob der Pilz Uredosporen bildet, steht noch nicht fest, da er häufig zusammen mit *Chr. Ledi* auftritt. *Chr. Woronini* wurde mehrfach in der Nähe von *Aecidium coruscans* beobachtet; Versuche sind noch nicht gemacht.

Chrysomyxa Pirolae (DC.) Rostr.

E. Rostrup (Bot. Centralbl. 5. 1881. 126) vermutet einen Zusammenhang mit *Aecidium conorum Piceae* Reess. Er fand auch Teleutosporen, die nicht überall gebildet zu werden scheinen, wo der Pilz auftritt.

Pucciniastrum Goeppertianum (J. Kühn).

Hartig (Allg. Forst.- u. Jagdzeit. 1880. 289; ausführl. Darstellung Lehrb. d. Baumkrankh. 1882. 56--61; kurze Notiz Sitzungsb. bot. Ver. München, Flora 1881. 45) bewies den Zusammenhang der *Calyptospora Goeppertiana* J. Kühn auf *Vaccinium Vitis Idaea* L. mit *Aecidium columnare* Alb. et Schwein. auf *Abies pectinata* Lam. et DC. (*A. alba* Mill.) durch Aussaatversuche in beiden Richtungen. Die Keimschläuche der Aecidiosporen dringen durch die Spaltöffnungen der Rinde der jungen Triebe von *Vaccinium* oder auch direkt ein (Juli oder August); drei Tage nach der Impfung ist Mycel im Rindengewebe nachweisbar. Erst im folgenden Jahre wird äusserlich eine Wirkung sichtbar. Der Pilz dringt in die jungen Gewebe und veranlasst eine Anschwellung der neuen

Triebe, sowie gleichzeitig ein beschleunigtes Längenwachstum derselben. Die Spitze bleibt häufig gesund, weil die Pflanze schneller wächst als der Pilz. „Der Vorgang wiederholt sich drei Jahre, vielleicht ausnahmsweise noch länger, indem das Mycel perennierend ist. Die einzelnen Jahrgänge sind durch scheinbar völlig normale Regionen, eben jene Triebspitzen, von einander getrennt.“ Auch unten auswachsende Triebe können krank werden. Dies erklärt sich daraus, dass die innersten, den Gefässbündeln anliegenden Rindenzellen nebst ihrem Mycel lebendig bleiben. Die im Herbst in den Epidermiszellen der angeschwollenen Teile gebildeten Teleutosporen keimen im folgenden Frühjahr, also im 3. Jahr von der Infektion gerechnet. Die Sporidien keimen auf den Nadeln von *Abies pectinata* (18. Mai) und erzeugen nach mehreren Wochen (14. Juni) Aecidien. Echte Spermogonien scheinen nicht gebildet zu werden. Das in den Tannennadeln in den Intercellularen lebende Mycel bringt keine wesentlichen Veränderungen hervor.

Auf Grund des gelegentlichen Vorkommens der *Calyptospora* ohne benachbarte Tannen (erst in 2 Stunden Entfernung) und einer Beobachtung, bei welcher im Jahre 1880 gesund neben einigen kranken eingepflanzte *Vaccinium*-Exemplare, die in diesem Jahre nicht mit Aecidiosporen in Berührung gekommen waren, im folgenden Jahre erkrankten, folgert Hartig, dass das Aecidium für die Erhaltung des Pilzes entbehrlich sei und die Infektion der *Vaccinium*-Pflanzen mittels der Sporidien stattfinden könne. Im Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten (1900. 141) sagt Hartig sogar, dass die Sporidien auch direkt auf den Preisselbeeren zu keimen und dieselben zu infizieren im Stande seien. Es muss aber ausdrücklich bemerkt werden, dass Hartig keinen einzigen mit Sporidien auf der Preisselbeere ausgeführten Infektionsversuch erwähnt!

Kühn (Hedwigia 24. 108) hat die Infektion der Tanne mit Erfolg wiederholt. (Das erhaltene Aecidium weicht nach Kühn von Rabenhorst, Fung. eur., Ed. nov., Cent. IX. Nr. 895 ab.)

Auch Massalongo (Bull. soc. bot. ital. Firenze 1892. 236 hat Teleutosporen ohne benachbarte Aecidien gefunden.

Die Reife der Teleutosporen scheint nur auf der lebenden Pflanze gut einzutreten. An einem abgeschnittenen und dann in der üblichen Weise überwinterten Zweige gelang es mir nicht, Sporidienbildung hervorzurufen.

Nach Analogie des Verhaltens anderer Rostpilze halte ich die Infektion der Preisselbeeren durch die Sporidien für sehr unwahrscheinlich (s. Allgem. Teil Kap. V, S. 42), und jedenfalls sollte man sie nicht für wahrscheinlich erklären, bevor man über ganz bestimmte positive In-

fektionsresultate verfügt. Für das Auftreten der Teleutosporen fern von Tannen liessen sich vielleicht andere Erklärungen finden.

Pucciniastrum Abieti-Chamaenerii Kleb.

Aus dem Umstande, dass zahlreiche Melampsoreen ihre Aecidien auf Coniferen bilden, schloss ich auf ein ähnliches Verhalten des *Pucciniastrum Epilobii* (Pers.) Otth und säte daher die Sporidien der auf *Epilobium angustifolium* L. zwischen Wittenberge und Blankenese an der Elbe vorkommenden Form auf Tanne, Fichte, Kiefer und Lärche aus, wobei auf der Tanne, *Abies pectinata* Lam. et DC. (*A. alba* Mill.) Spermogonien und Aecidien vom Typus des *Aecidium columnare* Alb. et Schw. erhalten wurden (Klebahn, Kulturv. VII. 1899. 23 [9]; Vorl. Mitteil. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 8. 1898. 200). Die Rückübertragung des Pilzes mittels der Aecidiosporen auf *Epilobium angustifolium* gelang leicht. Die Versuche wurden 1899 und 1900 (Kulturv. VIII. 386; IX. 694), ebenso 1903 mit gleichem Erfolge wiederholt.

Alle Versuche, den Pilz auf andere *Epilobium*-Arten als *E. angustifolium* zu übertragen, schlugen fehl; es wurden vergeblich besät *E. montanum* L., *E. roseum* Retz, *E. hirsutum* L., *Oenothera biennis* L. 1898 mittels Uredosporen, 1899 mittels Aecidiosporen, *E. parviflorum* Retz, *montanum* L., *palustre* L., *tetragonum* L. 1900 mittels Aecidiosporen.

E. Fischer (Ber. Schweiz. Bot. Ges. 10. 1900. [7]) hat die Infektion von *Abies pectinata* und *Epilobium angustifolium* mit Erfolg wiederholt; Aussaat der Aecidiosporen auf *Abies pectinata* blieb ohne Wirkung. Ferner hat v. Tubeuf (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 241) *Epilobium angustifolium* und ausserdem *E. Dodonaei* Vill. mit Erfolg infiziert, *E. hirsutum* und *parviflorum* blieben pilzfrei.

Der Pilz befällt demnach nur Arten aus der Untergattung *Chamaenerion* Adans. Abbildungen und Beschreibung habe ich Kulturv. VII. gegeben. Die Aecidiosporen erinnern durch die Stäbchenstruktur der Membran und das Vorhandensein einer glatten Stelle an die von *Cronartium Ribicola.* Eine Vergleichung mit echten Aecidien des *Pucciniastrum Geoppertianum* ist noch auszuführen.

Es ist denkbar, dass das auf Lichtungen in Wäldern oft massenhaft auftretende *Epilobium* unter Umständen zu Epidemien auf den Tannen führen kann. Da der Pilz aber nur die Nadeln angreift, so wird nur bei sehr heftigem Befall erheblicher Schaden eintreten können.

Pucciniastrum Epilobii (Pers.) Otth.

Die auf den eigentlichen *Epilobium*-Arten nach Ausschluss der Gruppe *Chamaenerion* vorkommende Form des *Pucciniastrum Epilobii*

muss von dem voraufgehenden *P. Abieti-Chamaenerii* mindestens biologisch verschieden sein. Dafür spricht erstens der negative Erfolg der Aussaatversuche mit *Pucc. Abieti-Chamaenerii* auf anderen *Epilobium*-Arten (vgl. *P. Abieti-Chamaenerii*), zweitens aber anscheinend auch das morphologische Verhalten. An Material, das ich Herrn A. Vill verdanke, fiel mir auf, dass es viel reichlicher Uredosporen bildet und zwar noch spät im Herbst, und dass die Pilzlager sich auch in Menge auf den Stengeln finden. Teleutosporen wurden nur spärlich gebildet. Man wird daher fragen müssen, ob dieser Pilz vielleicht im Uredozustande überwintert. Aussaatversuche hatten bisher, anscheinend wegen mangelnder Keimkraft der Teleutosporen, keinen Erfolg. Bis auf weiteres wird man für diesen Pilz den oben gewählten Namen beibehalten können.

Pucciniastrum Padi (Kunze et Schm.) Dietel.[1])

Wegen der Analogie der Mehrzahl der *Melampsoraceen* vermutete ich, dass das Aecidium des *Pucciniastrum Padi* (*Thecopsora areolata* (Wallr.) Magnus, *Th. Padi* (Kze. et Schm.) in Kleb., Kulturv. VIII) auf einer Conifere gebildet werde, und es gelang auch, bei Aussaatversuchen mit Sporidien auf Tanne, Fichte, Lärche und Kiefer im Sommer 1899 eine Infektion der Fichte, *Picea excelsa* Lk., auf den sich neu entwickelnden Trieben hervorzurufen. Die infizierten Triebe liessen den charakteristischen Spermogoniengeruch wahrnehmen, die mikroskopische Untersuchung wies Rostpilzmycel in ihnen nach, sie bildeten aber weder Spermogonien noch Aecidien und starben gegen den Herbst ab (Klebahn, Kulturv. VIII. 1900. 378). Ich schloss daraus, dass das Aecidium auf *Picea excelsa* lebe, sich aber nicht auf den Laubtrieben entwickele und daher wahrscheinlich *Aecidium strobilinum* (Alb. et. Schw.) Reess oder *Aec. conorum Piceae* Reess sei. Da v. Tubeuf in der unten zu erwähnenden Publikation gegen meine Angaben einige Bedenken zu haben schien, habe ich im folgenden Jahre die Aussaat auf junge Fichtentriebe wiederholt. Es ergab sich dasselbe Resultat. Auch wurde daraufhin eine Abbildung des Pilzmycels in der Rinde eines jungen Fichtentriebes mitgeteilt (Klebahn, Kulturv. IX. 695).

Meine Vermutung wurde durch v. Tubeuf (Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 6. 1900. 428; Arb. Biol. Abt. K. Gesundheitsamt 2. 1901. 164) für *Aecidium strobilinum* als richtig nachgewiesen. v. Tubeuf hatte im Herbst 1899 frische aecidientragende Fichtenzapfen gesammelt. Dieselben wurden im

---

[1]) Einer Entscheidung darüber, ob es richtiger ist, diesen Pilz als *Pucciniastrum Padi* oder als *Thecopsora Padi* zu bezeichnen, möchte ich durch die hier getroffene Wahl nicht vorgreifen.

Freien überwintert. Nach Mitte Mai begannen die Aecidien sich zu öffnen und entleerten eine reichliche Sporenmenge, die wie graues Cementpulver aussah. Die Übertragung auf *Prunus Padus* brachte Uredolager des *Pucciniastrum Padi* hervor.

v. Tubeuf fand in der Nähe der das Aecidium bergenden Fichtenwälder allenthalben die zahlreichen Gebüsche von *Prunus Padus* mit Teleutosporen bedeckt. Bei Hamburg findet sich die Fichte nur wenig angepflanzt, nicht überall zapfenbildend, und *Aecidium strobilinum* wurde nur an wenigen Stellen aufgefunden (Sachsenwald). Trotzdem habe ich *Pucciniastrum Padi* vielerwärts angetroffen, was auf eine weite Verbreitung der Aecidiosporen schliessen lässt.

Später hat v. Tubeuf (Arb. Biol. Abt. Gesundheitsamt 2. 1902. 365) seine Aussaatversuche wiederholt und auch Aussaaten mit Sporidien auf die Fichte gemacht. Über den Erfolg der Infektion weiblicher Fichtenblüten berichtet er noch nichts. Auf jungen Maitrieben aber erhielt er dieselben Erscheinungen, wie ich sie beschrieben habe, und an einer Stelle entstanden sogar Anfang Juli drei wohlentwickelte Aecidien des *Aec. strobilinum*. Nur will v. Tubeuf den eigentümlichen Geruch auch an gesunden Fichten wahrgenommen haben. Über Gerüche lässt sich schwer streiten. Nach meinem Urteil riechen junge Fichtentriebe zwar auch, aber anders wie Rostpilzspermogonien. Aussaat der Uredosporen auf Fichtentriebe war ohne Erfolg.

Nach Reess (Abh. naturf. Ges. Halle 11. 1869. 62) wuchert das Mycel des Aecidiums aus einer Zapfenschuppe durch die Achse in die andere, dringt aber nicht in den Zapfenstiel vor, sodass ein Perennieren desselben auf der Fichte ausgeschlossen ist.

Auch Ed. Fischer (Schweiz. Bot. Ges. 12. 1902 [8]) führte, durch meine Mitteilung veranlasst, bereits im Sommer 1900 eine Aussaat mit *Aecidium strobilinum* aus, und zwar mit Erfolg auf *Prunus virginiana* L. Auf dieser Pflanze traten im folgenden Jahre abermals Uredolager auf, was Fischer dadurch glaubt erklären zu können, dass das vorjährige Infektionsmaterial hängen geblieben war, und dass die Sporen noch nach zwei Jahren keimfähig geblieben wären. Ich möchte eher glauben, dass die Infektion auf den neuen Zapfen zurückzuführen ist, der freilich an einer anderen Stelle des Botanischen Gartens aufgehangen wurde und hier eine *Prunus*-Art vom Typus der *P. Padus* nicht infizierte. Eine Überwinterung des Pilzes in der Uredoform ist nicht recht wahrscheinlich, und dass die Teleutosporen *Prunus Padus* nicht infizieren, wurde durch meine Versuche (Klebahn, Kulturv. VIII. 379; Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 10. 1900. 82 [12]) gezeigt.

Abbildungen bei Reess (l. c.), v. Tubeuf (l. c. 164) und Klebahn (Kulturv. IX. 696—698). Bemerkenswert ist, dass der Bau der Aecidiosporen dem der Sporen von *Peridermium Strobi* entspricht; sie sind aber derber und der warzige Teil der Membran ist dicker als der glatte (Kulturv. IX. 698).

Von F. Ludwig (Deutsch. Bot. Ges. 9. 1881. (189)) wurde die Vermutung ausgesprochen, dass *Aec. strobilinum* mit *Thecopsora Vacciniorum* (Lk.) Karst. in Zusammenhang stehe. Die Möglichkeit des Vorhandenseins verschiedener Formen des Aecidiums kann nicht bestritten werden. *Thecopsora Vacciniorum* scheint aber an den meisten Lokalitäten in Deutschland nur Uredosporen zu bilden.

Die Vermutung von Gobi (Scripta bot. horti Univ. Petropol. 1. 1886. 169) über den Zusammenhang der *Th. Vacciniorum* mit *Caeoma Cassandrae* Gobi auf *Andromeda calyculata* erscheint deshalb nicht sehr wahrscheinlich, weil die verwandten Formen mit echten Aecidien (bezw. Peridermien) in Verbindung stehen.

Melampsorella Caryophyllacearum (DC.) Schroet.

Das durch die Hexenbesen, die es hervorruft, auffällige und wissenschaftlich interessante, durch die Schädigungen, die es verursacht, praktisch wichtige *Aecidium elatinum* Alb. et Schw. der Weisstanne, *Abies pectinata* Lam. et DC. (*A. alba* Mill.), hat naturgemäss wiederholt die Aufmerksamkeit der Botaniker und der Forstleute auf sich gelenkt, und es musste als eine dankenswerte Aufgabe erscheinen, die Naturgeschichte des merkwürdigen Pilzes aufzuklären. Schon de Bary (Bot. Zeitung 1867. 257) erkannte, dass der Pilz heteröcisch sein müsse, bemühte sich aber vergebens, den Teleutosporenwirt zu ermitteln.

Später führte v. Wettstein (Sitzungsber. zool.-bot. Ges. Wien 40. 1890. 44) einige Versuche aus, nach denen man einen Zusammenhang mit *Coleosporium Campanulae* vermuten konnte (s. Ludwig, Deutsch. Bot. Ges. 9. 1891 (189)); ich zeigte dann aber durch eine grössere Zahl von Versuchen, dass *Aecidium elatinum* auf *Campanula*-Arten ohne Erfolg ist (Klebahn, Kulturv. II. 11), und später wurde durch Rostrup, Fischer und Wagner der Zusammenhang des *Coleosporium Campanulae* mit *Peridermium* auf Kiefernnadeln festgestellt.

Um durch systematisch durchgeführte Versuche den Wirtswechsel zu finden, besäte ich 1899 eine grössere Zahl von Melampsoreen-Wirten, darunter *Stellaria Holostea* L. und *Sorbus aucuparia* L., mit Aecidiosporen von Freiburg i. B. (leg. Stierlin u. P. Claussen). Auf der letztgenannten Pflanze traten Uredolager der *Ochropsora Sorbi* auf (Klebahn,

Kulturv. VIII. 382); es gelang aber nicht, dasselbe Resultat in den folgenden Jahren wieder hervorzurufen, und es hat sich mittlerweile gezeigt, dass ein Zusammenhang des Hexenbesenpilzes mit *Ochropsora Sorbi* nicht vorhanden ist, obgleich derselbe aus mehreren Gründen sehr wahrscheinlich schien. Näheres unter *Ochropsora Sorbi*. Auf *Stellaria* hätte Erfolg eintreten müssen, aber gerade *St. Holostea* scheint schwerer infiziert zu werden (s. unten).

Inzwischen gelang es Ed. Fischer (1901), begünstigt durch Beobachtungen an einem Orte reichlichen Auftretens des Hexenbesens, den Zusammenhang mit *Melampsorella Caryophyllacearum* zweifellos nachzuweisen (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 11. 1901. 321; kürzere Mitteilungen Deutsch. Bot. Ges. 19. 1901. 397; Schweiz. bot. Ges. 12. 1902; Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1901). Fischer fand die *Melampsorella* auf *Stellaria nemorum* L. in der Nähe der erkrankten Tannen, infizierte gesunde Exemplare von *Stellaria nemorum* in zahlreichen Fällen erfolgreich mittels der Aecidiosporen und führte auch die Infektion der Tannen durch die Sporidien[1]) aus. Hierbei gelang es ihm zunächst, das Eindringen der Keimschläuche durch die Epidermis und die Bildung eines Mycels im Gewebe der Achsen der jungen Triebe zu beobachten. Später zeigten sich an mehreren Infektionsstellen Anschwellungen und im folgenden Jahre (Fischer, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 12. 1902. 193) entwickelten sich die an den angeschwollenen Trieben gebildeten Knospen zu typischen, mit Aecidien bedeckten Hexenbesentrieben.

Bestätigende Aussaaten mit Aecidiosporen auf verschiedenen Alsineen haben v. Tubeuf (Deutsch. Bot. Ges. 19. 1901. 433; Arb. biol. Abteil. K. Gesundheitsamt 2. 1902. 368; Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1903. 241) und ich selbst ausgeführt (Klebahn, Kulturv. X. 139 [35]; XI. 31 und 1903). Durch diese Versuche und weitere von Fischer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 12. 1902. 199) wurde der Kreis der durch das Aecidium infizierten Wirte vergrössert und die Frage der Spezialisierung angeregt. Auf folgenden Arten ist Erfolg erhalten worden: *Stellaria nemorum* L. (F., T., K.), *media* Cyr. (T., K.), *Holostea* L. (T., K.), *graminea* L. (F., T.), *uliginosa* Murr. (F.), *Arenaria serpyllifolia* L. (F.), *Cerastium triviale* Lk., *semidecandrum* L. (T.), ? *arvense* L. (F.), ? *Malachium aquaticum* Fr. (F.), *Moehringia trinervia* Clairv. (K.).

Mit einem und demselben Aecidienmaterial wurden erfolgreich infiziert *Stellaria media, graminea, Arenaria serpyllifolia,* ? *Malachium aquaticum* und *Cerastium* sp. durch Fischer, *St. media, nemorum* und

[1]) Im Mai. — An Material von Bamberg (leg. A. Vill) sah Magnus (Abh. naturh. Ges. Nürnberg 13. 1900? 19) im August ausgekeimte Teleutosporen.

Holostea durch v. Tubeuf und durch mich. Dagegen deutet das Ausbleiben des Erfolges auf bestimmten Pflanzen, auf denen der Pilz gefunden ist, oder die durch anderes Material infiziert wurden, z. B. *Moehringia trinervia* und *Cerastium arvense* bei Versuchen von Fischer und mir, auf *Moehringia muscosa* bei Versuchen von Fischer auf möglicherweise vorhandene Spezialisierung hin. Diese Frage sowie die, welche weiteren Wirte von dem Pilze infiziert werden, bedürfen genauerer Erforschung. Auffällig ist auch das späte Auftreten des Erfolges auf *Stellaria Holostea* bei v. Tubeuf's und meinen Versuchen. Wahrscheinlich steht damit das Ausbleiben des Erfolges auf *St. Holostea* bei meinem Versuch von 1899 in Zusammenhang.

Die Mycelien beider Pilzgenerationen sind perennierend, wodurch beide eine gewisse Selbständigkeit erhalten. An eine Reproduktion des Aecidiums aus Aecidiosporen ist nach den vorliegenden Erfahrungen, wie auch Fischer meint, nicht zu denken. Dagegen vermag die Uredogeneration sich durch die Uredosporen zu erhalten und daher auch selbständig an solchen Orten aufzutreten, wo die Weisstannen und mit ihnen die Aecidien fehlen. Tatsächlich tritt *Melampsorella Caryophyllacearum* vielfach an derartigen Stellen auf, z. B. nach Magnus (Naturwiss. Rundschau 16. 1901. 587) in der Provinz Brandenburg, nach meinen eigenen Beobachtungen bei Bremen und Hamburg usw. Magnus (a. a. O.) meint, der Umstand, dass der Pilz in Brandenburg regelmässig Teleutosporen bilde, spreche mehr dafür, dass er sich in Verbindung mit einem anderen Aecidium heterörisch entwickele; doch scheint mir kein zwingender Grund für diese Ansicht vorhanden zu sein. Fischer (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 12. 1902. 199) hat die damit in Beziehung stehende Frage aufgeworfen, ob das aus Uredosporen hervorgehende Mycel Teleutosporen bilden könne. Bei seinen Versuchen entstanden nur an denjenigen Pflanzen im folgenden Jahre Teleutosporen, die mit Aecidiosporen geimpft waren, doch war die Zahl der mit Uredosporen infizierten Pflanzen zur Entscheidung der Frage zu gering. Bei anderen Rostpilzen, z. B. *Melampsora*-Arten, *Puccinia*-Arten auf *Carex, Phalaris* etc. scheint mir gar kein Zweifel zu sein, dass das aus Uredosporen hervorgehende Mycel Teleutosporen bildet; indessen sind bestimmte Versuche nach dieser Richtung wohl noch nicht angestellt worden. Doch wäre es möglich, dass direkt aus Aecidiosporen entstandene Uredosporen und solche, die durch zahlreiche Generationen sich selbst reproduziert haben, sich nach dieser Hinsicht verschieden verhielten. Man müsste vergleichende Versuche anstellen, einmal mit Aecidiosporen und dann mit Uredosporen aus einer Gegend, wo kein Aecidium vorkommt, und zwar

am besten in der Gegend des Aecidiums und zugleich in der Gegend der Uredo.

Untersuchungen über das Mycel der *Melampsorella Caryophyllacearum* haben Schröter (Hedwigia 1874. 81) und neuerdings P. Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 17. 1899. 337) veröffentlicht. Nach Magnus wächst das Mycel in der Rinde und besonders im Marke mit den Sprossen weiter,[1]) tritt im Frühjahr in die jungen Blätter und bildet hier Teleutosporen, tritt dann in die späteren Blätter und bildet hier wieder Uredolager. Die Haustorien sind von sehr kompliziertem Bau.

Über den durch die Aecidiumgeneration verursachten Krebs und die Hexenbesen der Tanne liegt eine ziemlich umfangreiche Literatur vor, aus der hier nur weniges hervorgehoben werden kann.

de Bary (Bot. Zeitung 1867. 257) führte den Nachweis, dass die Hexenbesen und der Krebs der Weisstanne durch das Mycel des *Aecidium abietinum* verursacht werden, und lieferte eine Beschreibung der durch den Pilz bewirkten Veränderungen. Im Holzkörper sind die Jahrringe abnorm verbreitert; der Verlauf der Fasern ist ein höchst unregelmässiger. Es kann vorkommen, dass die Holzbildung stellenweise ganz aufhört. Das Holz hat geringe Festigkeit, bricht leicht und wird leicht morsch. Die Rinde der Krebsgeschwülste verdankt ihre abnorme Dicke der Vermehrung des primären und später des sekundären Rindenparenchyms, die Elemente des Bastes sind dagegen spärlich entwickelt. Das Parenchym ist in den Intercellularräumen reichlich von den Mycelfäden des Pilzes durchwuchert, die sich auch zwischen die Elemente des Bastes eindrängen und durch das Cambium bis in die Markstrahlen und zwischen die Fasern der peripheren Schichten des Holzes gelangen und vielfach Haustorien in das Innere der Zellen senden. An jungen Zweigen findet man auch Hyphen im Marke. Das Mycelium wächst viele Jahre weiter. Hexenbesen können 16—20 Jahre alt werden, meist sterben sie früher ab; dagegen halten sich Krebsgeschwülste mit Mycel nach de Bary oft 60 Jahre und länger. In die Hexenbesentriebe dringt das Mycel vom ersten Austreiben an ein und durchwuchert sie überall; vor der Bildung der Aecidien entstehen Spermogonien.

Forstmeister Koch spricht sich in Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen (23. 1891. 263) dahin aus, dass dem Krebs der Weisstanne in der Regel ein Hexenbesen vorangehe, und meint auf Grund seiner Beobachtungen, dass die Infektion an jungen Trieben, an den Blättern oder sich ent-

[1]) Vgl. *Pucc. Arrhenatheri,* Mycel des Aecidiums.

wickelnden Knospen vor sich gehen müsse. Diese Ansicht wurde, wie oben erwähnt ist, durch Fischer als im wesentlichen richtig erwiesen.

Weise (Mündener forstl. Blätter 1. 1892. 1—32, s. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 3. 1893. 108) vertritt gleichfalls die Ansicht, dass der Krebs nicht von Wunden seinen Ausgang nehme, sondern dass die Infektion an den Knospen, aber nur in einem bestimmten Entwickelungsstadium stattfinde. Auch die Stammkrebse führt er auf die Infektion von Knospen zurück. Das Vorhandensein einer Uredoform hält er nicht für wahrscheinlich. Auf die Beobachtungen, aus denen Weise auf verschiedene Disposition der einzelnen Bäume je nach Individualität, Stammform, Standort usw. schliesst, dürfte durch die jetzt erfolgte Auffindung des Wirtswechsels neues Licht fallen.

Hartmann (Anatom. Vergleichung usw., Freiburger Diss. 1892) verglich Hexenbesentriebe und gesunde Triebe der Weisstanne, sowie gesunde und kranke Nadeln in anatomischer Beziehung. Er stellt z. B. eine Vermehrung des Rindenparenchyms, ein Ausbleiben der Differenzierung von Pallisaden- und Schwammparenchym, Verminderung der sklerenchymatischen Elemente oder Mangel an Verdickung ihrer Wände, Vermehrung der Zahl der Harzgänge, Unregelmässigwerden verschiedener Gewebe usw. fest; auf weitere Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden.

Mer (Revue générale de Bot. 6. 1894. 153) findet, dass der Krebs entweder an der Basis eines Hexenbesens oder auch durch direkte Infektion ohne vorhergehenden Hexenbesen entstehen könne. Wie es sich damit verhält, ob Infektionen mit *Aec. elatinum* zur Krebsbildung ohne Hexenbesen führen können, ob es vorkommen kann, dass an Krebsen der früher vorhandene Hexenbesen nicht mehr nachweisbar ist, oder endlich, ob es eine ganz andere Krankheit mit ähnlichen Symptomen gibt, ist anscheinend noch nicht genügend festgestellt. In Bezug auf die anatomischen Veränderungen kommt Mer zu ähnlichen Resultaten wie de Bary. Im Holze, namentlich im Frühlingsholze beobachtete er oft abnorme Elemente, nämlich Harzblasen (poches résineuses) und stärkeführendes Parenchym. Das Krebsholz ist reicher an albuminoiden Stoffen, an Tannin und Harz. Der Krebs wird besonders dadurch schädlich, dass nach dem Absterben und Abfallen der Rinde den Witterungseinflüssen und holzzersetzenden Pilzen der Zugang geöffnet ist.

Das Buch von Heck (Der Weisstannenkrebs 1894) bringt eine sehr eingehende Behandlung der Naturgeschichte und namentlich der waldbaulichen und waldwirtschaftlichen Bedeutung des Weisstannenkrebses, sowie Vorschläge zur Bekämpfung desselben. Unter anderen werden die

Fragen erörtert, ob zur Ansteckung eine Wundfläche erforderlich sei (S. 18) und ob Krebs ohne vorhergehenden Hexenbesen entstehen könne (S. 50), was Verfasser zu verneinen geneigt ist. Die beigegebenen 10 Tafeln bringen zahlreiche Photographien von Krebsen und Hexenbesen und namentlich interessante Querschnitte durch Krebsholz.

Eine Vergleichung der gesunden und der durch *Aecidium elatinum* ergriffenen Gewebe von *Abies balsamea* Mill. hat Anderson ausgeführt (Bot. Gaz. 24. 1897. 309). Die Unterschiede sind zum Teil tabellarisch zusammengestellt. Hier mag nur auf die Vermehrung der Harzblasen und Harzkanäle in den erkrankten Geweben hingewiesen sein. Das normale Holz enthält keine Harzkanäle, im Holze der Anschwellungen finden sie sich regelmässig, wenngleich ihre Zahl hier mit zunehmendem Alter in den Jahrringen abnimmt, aber in den kranken Zweigen nimmt ihre Zahl in den Jahrringen mit dem Alter zu. Harzblasen (resin vesicles or blisters) in der primären Rinde und in den Harzkanälen erreichen an normalen 5jährigen Zweigen höchstens 1 mm, an erkrankten aber 3 bis 8 mm Durchmesser.

Melampsorella Symphyti (DC.) Bubák.

F. Bubák fand bei Tábor in Böhmen die Teleutosporen der *Uredo-Symphyti* DC. auf *Symphytum officinale* L. auf (Sydow, Uredineen Nr. 1635; Rabenhorst-Pazschke, Fungi europaei et extraeuropaei Nr. 4210) und erhielt durch Aussaat der Sporidien auf *Abies pectinata* Lam. et DC. (*A. alba* Mill.) ein dem *Aec. columnare* ähnliches Aecidium (Bubák, Deutsch. Bot. Ges. 21. 1903. 356).

Melampsoridium betulinum (Pers.) Kleb.

Plowright berichtet (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 130): „Ich finde eine Form von *Caeoma Laricis* in der Nähe von Kingslynn „(England), welche, auf *Populus tremula* gebracht, gar keinen Effekt „hervorbringt. Nach mehrfachen Versuchen impfte ich im verflossenen „Jahre (1890) die Sporen dieses *Caeoma Laricis* auf die Blätter einer „kleinen *Betula alba*, welche seit längerer Zeit in meinem Garten in „Kingslynn steht. Nach Verlauf von 10 Tagen fand ich die Uredoform „von *Melampsora betulina* ausgebildet. Im Laufe des Monats April „dieses Jahres (1891) brachte ich die keimenden Teleutosporen von „*Melampsora betulina* auf ein kleines Exemplar von *Larix europaea* „und beobachtete nun die Spermogonien und später das Caeoma“ (vgl. auch Gard. Chron. 8. 1890. 41, wo Plowright angibt, dass bereits Hartig diesen Zusammenhang behauptet habe (?).

Es gelang mir 1898, den Versuch Plowright's in beiden Richtungen zu wiederholen (Klebahn, Kulturv. VII. 1899. 18 [4], ebenso 1899 (IX. 1900. 387). Dabei stellte sich aber heraus, dass das vermeintliche Caeoma ein mit Pseudoperidie versehenes Aecidium vom Bau der *Peridermium*-Arten ist (*Aecidium* oder *Peridermium Laricis* Kleb.). Auch die Sporen haben den entsprechenden Bau und unterscheiden sich auffällig von echten Caeomasporen; sie erinnern an die von *Peridermium Strobi* durch die Stäbchenstruktur und das Vorhandensein einer glatten Stelle. Deswegen und zugleich wegen der Eigentümlichkeiten der Uredolager wurde *M. betulina* als Vertreterin einer besonderen Gattung *Melampsoridium* angesehen (Kulturv. VII. 21 [7], daselbst Abbild. u. Beschreibung).

Die Materialien des *Melampsoridium betulinum* auf *Betula pubescens* Ehrh. und *B. verrucosa* Ehrh. zeigen einen gewissen Grad von Spezialisierung in entgegengesetzter Richtung (vgl. Kap. XV, S. 153 u. 157). Einige ältere Beobachtungen deuten schon darauf hin. Herr Dr. Ch. B. Plowright machte mir vor längerer Zeit eine Mitteilung über einen Versuch, in welchem sich eine behaarte und eine kahle Form von *Betula alba* gegen den Parasiten verschieden verhalten hatten. Rostrup (Tidsskr. f. Skovbrug 12. 180) gibt an, dass in Dänemark *Betula odorata* (= *pubescens*) in weit höherem Grade geschädigt werde als *B. verrucosa*.

Eigene Versuche machte ich zuerst 1902. Aecidiosporen auf *Larix*, die aus Teleutosporen von *B. pubescens* gezogen waren, wurden auf *Betula verrucosa, pubescens* und *nana* L. übertragen. *Betula pubescens* und *nana* wurden schnell und reichlich infiziert, auf einigen Exemplaren von *B. verrucosa* blieb der Erfolg ganz aus, auf anderen trat er später und spärlich auf und wurde erst allmählich kräftiger (Klebahn, Kulturv. XI. 30).

Im Sommer 1903 habe ich neue Versuche angestellt. Aecidiosporen aus Teleutosporen von *Betula verrucosa* infizierten bezeichnete Blätter von *Betula verrucosa* (3 Exemplare) stark, *B. pubescens* (4 Exemplare) gar nicht, *B. nana* erst nach geraumer Zeit schwach; Aecidiosporen aus Teleutosporen von *B. pubescens* infizierten andere Blätter derselben Exemplare von *B. verrucosa* schwach, derselben Exemplare von *B. pubescens* stark. Man kann also eine forma *Betulae verrucosae* und eine forma *Betulae pubescentis*, die noch nicht scharf von einander geschieden sind, unterscheiden.

Ob *Mel. betulinum* ohne Wirtswechsel leben kann, ist nicht festgestellt. Der Birkenpilz tritt mitunter in grossen Entfernungen von Lärchen auf, aber überwinterndes Mycel (etwa in den Zweigen) ist bisher nicht beobachtet. Übrigens werden bei uns auch reichlich Teleutosporen gebildet,

was für das Eintreten des Wirtswechsels spricht. Ich möchte hier die Frage stellen, ob der Pilz in Gegenden beobachtet ist, wo sicher die Lärchen fehlen. Johannson (Bot. Not. 1886. 164) gibt *Mel. betulinum* für die Birkenregion in Jemtland und Herjedalen auf *B. odorata* und *nana* an, sagt allerdings nicht, dass Lärchen nicht vorhanden sind (vgl. Kap. IX, S. 81ff.).

Das Aecidium der Lärche ist anscheinend kein sehr häufiger Pilz und hat daher wahrscheinlich keine wesentliche ökonomische Bedeutung. Der Birkenpilz ist dagegen sehr verbreitet, ruft aber anscheinend auch keinen erheblichen Schaden hervor, da er sich erst spät im Sommer über den grösseren Teil des Laubes ausbreitet.

Melampsora pinitorqua Rostrup.

Rostrup vermutete einen Zusammenhang des *Caeoma pinitorquum* A. Br. mit *Melampsora* auf *Populus tremula* L. bereits 1883 (Tidsskrift for Skovbrug 6. 219) und wies denselben später (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1884. 14) nach, indem er teils im Freien wachsende 2—3jährige Kiefern (*Pinus silvestris* L., *montana* Mill.) mit pilztragenden Blättern von *P. tremula* umgab, teils (Mitte Mai) keimende Teleutosporen auf die Kiefern brachte und diese unter Glas hielt. *Caeoma pinitorquum* ist in Jütland in Beständen, die Kiefern und Aspen enthalten, sehr häufig.

Hartig hatte bereits 1874 (Wichtige Krankheiten der Waldbäume 91) auf eine möglicherweise vorhandene Beziehung des *Caeoma pinitorquum* zu *Melampsora Tremulae* aufmerksam gemacht. Später bestätigte er die Angaben Rostrup's durch Aussaat der Caeomasporen auf *Populus tremula*,[1]) wobei nach 14 Tagen der Erfolg eintrat (Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1885. 326; s. auch Bot. Centralbl. 23. 1885. 362).

Von anderen Forschern waren die Versuche bisher nicht wiederholt worden. Da *Caeoma pinitorquum* in England nicht beobachtet wurde, ist es nicht auffällig, dass Plowright (Brit. Ured. 241) bei der Aussaat von „*Mel. Tremulae*“ auf *Pinus silvestris* keinen Erfolg erhielt.

In Nordwestdeutschland scheint *Mel. pinitorqua* nicht besonders häufig zu sein, obgleich Kiefern und Aspen oft genug neben einander vorkommen. Herr Jaap fand das *Caeoma* bei Stelle bei Harburg auf. Mit Material von dort gelang es mir, ausser *Populus tremula* auch *P. alba* × *tremula* (*P. canescens* Sm.) reichlich und *P. alba* L. schwächer zu infizieren, während *P. balsamifera*, *nigra*, *italica* und *canadensis*

---

[1]) Hartig erwähnt l. c. ohne Quellenangabe, dass Rostrup den Versuch durch Aussaat der Caeomasporen ausgeführt habe.

keine Infektion zeigten (Klebahn, Kulturv. X. 39 [23]). Bei Versuchen in entgegengesetzter Richtung mit Teleutosporen von Stelle erhielt ich auf *Pinus silvestris* nur Spermogonien, zugleich aber Spermogonien und *Caeoma* auf *Larix decidua* (Kulturv. XI. 18).

Es ist daher nötig, die schon von Hartig aufgeworfene Frage zu erörtern, ob *Melampsora pinitorqua* mit *Mel. Larici-Tremulae* identisch sei, umsomehr als ein Beispiel höchst merkwürdiger Pleophagie eines Rostpilzes inzwischen in *Cronartium asclepiadeum* bekannt geworden ist. Eine ältere Angabe über die Identität von *M. pinitorqua* mit *M. Larici-Tremulae* findet sich bei Hartig, der in der 2. Auflage des Lehrbuchs der Baumkrankheiten (1889. 139) schreibt, dass er beide *Caeoma*-Formen mittels der Sporidien desselben Aspenblattes bekommen habe, und ebenso, dass er Teleutosporen zur erfolgreichen Infektion von *Pinus* benutzt habe, die aus *Caeoma Laricis* auf der Aspe erzogen waren.

Was meinen Versuch betrifft, so kann der gleichzeitige Erfolg auf *Pinus* und *Larix* durch die im Freien nicht nur mögliche, sondern sogar sehr wahrscheinliche Beimischung der überall verbreiteten *M. Larici-Tremulae* erklärt werden, ebenso in dem ersten der von Hartig erwähnten Versuche. In Bezug auf den zweiten Versuch muss man bei der mehr gelegentlichen Publikation die Frage stellen, ob derselbe mit genügender Exaktheit durchgeführt wurde, um beweisend sein zu können. Die Analogie der übrigen *Tremula*-Melampsoren spricht einstweilen mehr für die Verschiedenheit der beiden Pilze, und ebenso der Umstand, dass man z. B. in der Umgegend von Hamburg bei der grossen Häufigkeit der *Mel. Larici-Tremulae* das Kieferncaeoma nicht häufiger antrifft. Von Versuchen kann ich einstweilen nur einen im Jahre 1896 ausgeführten nennen, bei welchem gleichzeitige Aussaat eines *Tremula*-Pilzes auf *Pinus* und *Larix* nur auf *Larix* Erfolg brachte (Kulturv. V. 337). Auf Grund der morphologischen Verhältnisse ist eine Entscheidung nicht möglich; die beiden Pilze sind einander ähnlicher als den übrigen *Tremula*-Melampsoren (s. die unten folgende Tabelle); die makroskopischen Unterschiede der *Caeoma*-Lager könnten durch die Verschiedenartigkeit des Substrats ihre Erklärung finden. Es ist also erwünscht, neue Kulturversuche in Bezug auf die vorliegende Frage anzustellen.

Wie schon angedeutet wurde, scheint *Melampsora pinitorqua* nicht überall, wo Kiefern und Aspen vorkommen und gesellig wachsen, häufig zu sein. Auch Rostrup (Tidsskrift for Skovbrug 12. 1889. 178) meint, dass die von den Aspenblättern ausgestreuten Sporidien ein grosses Verbreitungsvermögen nicht haben, indem man ein starkes Abnehmen der

Kiefernkrankheit deutlich beobachten könne, sobald man sich von den Aspen entferne. Genauere Angaben über die Entfernungen macht Rostrup nicht. Wenn der Pilz in grösserer Menge auftritt, kann der Schaden, den das *Caeoma* anrichtet, beträchtlich werden. Verheerendes Auftreten erwähnen de Bary (Monatsber. Akad. Berlin 1863. 624ff.) und Hartig (Lehrb. d. Baumkrankh. 1882. 72). Dass besonders junge Bäumchen gefährdet sind, dürfte sich durch den Ursprung der Krankheit von den am Boden liegenden Aspenblättern erklären.

Nach Hartig (l. c. 73) berechtigt der Umstand, dass eine einmal von dem Pilze befallene Kiefer Jahrzehnte hindurch alljährlich wieder von der Krankheit zu leiden hat, zu der Annahme, dass das Pilzmycel in den Trieben perenniert. Auch Kern (Ref. s. Bot. Centralbl. 19. 1884. 358) ist der Meinung, dass der Pilz perenniert. Er hat noch im April Mycel in der Rinde gesehen. Das Wiederauftreten des Pilzes könnte aber auch durch alljährlich sich wiederholende Infektion von der Aspe erklärt werden. Untersuchungen liegen über diese Frage nicht vor.

Melampsora Larici-Tremulae Kleb.

Veranlasst durch Beobachtungen des Försters Dohse zu Kneese in Mecklenburg säte Hartig (Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1885. 326; Bot. Centralbl. 23. 1885. 24) zuerst die Sporen eines *Caeoma Laricis* auf Blätter von *Populus tremula* L. aus und erhielt Uredosporen einer *Melampsora*. Eine Vermutung über den Zusammenhang des *Caeoma Laricis* mit irgend einer *Melampsora* hatte schon Rostrup (Tidsskrift for Skovbrug 6. 1883. 222) ausgesprochen.

Die Versuche E. Fischer's (Entw. Untersuch. 90) und meine eigenen (Klebahn, Kulturv. II. 12; V. 337) ergaben eine Bestätigung der Beobachtungen Hartig's. Ich habe ausserdem das Verhältnis des Pilzes zu den auf *Populus nigra* usw. (s. *Melampsora Larici-populina*), sowie zu einigen der übrigen auf *Populus tremula* lebenden *Melampsora*-Arten untersucht und den Kreis seiner Wirte genauer bestimmt (Kulturv. VI. 336 [12]; VII. 144 [30]; VIII. 349; IX. 688; X. 39 [23]; XI. 18). Dabei ergab sich folgendes:

1. Die Pilze auf *Populus nigra* usw. einerseits, auf *P. tremula* andererseits sind morphologisch und biologisch, diejenigen auf *P. tremula* unter sich im wesentlichen nur biologisch verschieden (näheres unten).

2. Gewisse Teleutosporenmaterialien auf *Populus tremula* infizieren nur *Larix*, nicht *Mercurialis* und *Chelidonium* (VII. 145 [31]; VIII. 350; IX. 688).

3. An bestimmten Stellen aber, nämlich in der Nähe von *Mercurialis*- oder *Chelidonium*-Standorten, finden sich Materialien, die gleichzeitig *Larix* und *Mercurialis* (VI. 336 [12]; X. 42 [26]; XI. 19), oder *Larix* und *Chelidonium* (IX. 688; XI. 20), oder *Larix, Mercurialis* und *Chelidonium* (VII. 145 [31]; VIII. 350) infizieren. Es wurde gezeigt, dass die Sporen von demselben *Tremula*-Blatte gleichzeitig *Larix* und *Mercurialis* infizieren können (VII. 145 [31]; X. 42 [26]).

4. Teleutosporen auf *Pop. tremula*, die durch Reinkultur aus demjenigen *Caeoma Laricis* erzogen worden waren, welches durch Aussaat eines gleichzeitig *Larix, Mercurialis* und *Chelidonium* infizierenden Materials entstanden war, infizierten nur *Larix*, nicht *Mercurialis* und *Chelidonium*. Ebenso infizierten Teleutosporen, die aus *Caeoma Mercurialis* von demselben Ursprunge erhalten waren, nur *Mercurialis*, nicht *Larix* und *Chelidonium*,[1]) endlich Teleutosporen, die aus *Caeoma Chelidonii* von demselben Ursprunge erhalten waren, nur *Chelidonium*, nicht *Larix* und *Mercurialis* (VIII. 349).

5. Die *Larix* infizierende *Melampsora* auf *Pop. tremula* findet sich — im nordwestlichen Deutschland — fast überall und in der Regel rein, die *Mercurialis, Chelidonium* und *Pinus* infizierenden anscheinend nur hier und da und vielleicht selten rein.

Mittels der Aecidiosporen wurde ausser *Populus tremula* auch *P. alba* L. und sehr schwach auch *P. balsamifera* L. infiziert (Kulturv. X. 42 [26]).

Der Schaden, den *Mel. Larici- Tremulae* den Aspen zufügt, ist trotz der Häufigkeit des Pilzes nicht wesentlich, da die Krankheit erst spät im Sommer um sich greift. Auch der durch *Caeoma Laricis* verursachte Schaden scheint unerheblich zu sein. Nur ein Teil dieses Schadens fällt *Mel. Larici-Tremulae* zur Last; es beteiligen sich daran ausserdem noch eine auf *Populus nigra* und mehrere auf *Salix*-Arten lebende Melampsoren.

Die grosse Häufigkeit der *Melampsora Larici-Tremulae* bei der verhältnismässig geringen Anpflanzung von Lärchen muss die Frage nach der Möglichkeit einer Überwinterung des Teleutosporenpilzes durch Mycel

[1]) Eine bei einer Wiederholung des Versuchs vorgekommene Abweichung, indem ausser *Mercurialis* auch *Larix* infiziert wurde (IX. 689), dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass absolute Reinkultur auf lebenden Pflanzen schwer durchführbar ist, namentlich wenn gleichzeitig mehrere Pilze kultiviert werden. Bei einer nochmaligen Wiederholung des Versuches 1902 (XI. 19) infizierten Teleutosporen auf *Populus tremula*, die aus *Caeoma Mercurialis* erzogen waren, bei der Aussaat auf *Larix* und *Mercurialis* der oben ausgesprochenen Anschauung gemäss nur *Mercurialis*.

wachrufen (vgl. *Mel. Allii-Salicis albae*). Es ist aber zu bemerken, dass 1. noch keine einzige darauf hindeutende Beobachtung gemacht ist, und dass 2. die weite Verbreitung der *Caeoma*-Sporen durch den Wind dem Verständnis keinerlei Schwierigkeiten macht.

Melampsora Rostrupii Wagner.

Nach Rostrup (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1884. 14) hat P. Nielsen den Zusammenhang zwischen einer auf *Populus alba* L. und *tremula* L. vorkommenden *Melampsora* und *Caeoma Mercurialis* (Mart.) Lk. zuerst aufgefunden und durch Versuche bewiesen. Einen Versuch, den Rostrup selbst ausgeführt hat, beschreibt er folgendermassen: „So hatte ich zeitig im „Frühjahr 1880 von demselben Baume entnommene Zweige von *Populus* „*tremula* in zwei grossen bedeckten Zylindergläsern angebracht, in denen „sie ihre Blätter entwickelten. In dem einen Glase besäte ich den 14. Mai „die Blätter mit frischen Sporen von *Caeoma Mercurialis*, und das „Resultat war, dass am 26. Mai auf allen besäten Blättern zahlreiche „prächtig entwickelte gelbe Uredohaufen gefunden wurden, die zu *Melam*-„*psora Tremulae* Tul. gehörten, während die Blätter in dem anderen „Glase von Rost freiblieben.“ Vgl. auch Rostrup, Tidsskrift for Skovbrug 6. 1883. 206.

Die ersten Angaben über erfolgreiche Infektion von *Mercurialis perennis* L. macht Plowright 1889 (Brit. Ured. 241). Der Versuch gelang mit Teleutosporen von *Pop. alba*, nicht mit solchen von *P. tremula*, später (Gard. Chron. 9. 1891. 525) auch mit solchen von *P. tremula* von einem anderen Fundorte.

Bestätigende Mitteilungen über den Wirtswechsel liegen vor von G. Wagner (Oesterr. Bot. Zeitschr. 56. 1896. 273), Jacky (Schweiz. Bot. Ges. 9. 1899 [22]) und mir (Klebahn, Kulturv. V. 337).

Über das Verhältnis dieses Pilzes zu den anderen Melampsoren von *Populus tremula* sind die Angaben unter *Mel. Larici-Tremulae* und *M. Magnusiana* zu vergleichen.

Die eigentlichen Nährpflanzen der Uredo- und Teleutosporengeneration sind *Pop. tremula* L., *P. alba* L. und wohl auch *P. canescens* Sm. = *alba* × *tremula*. Indessen wurden bei Kulturversuchen auch andere *Populus*-Arten infiziert, wenngleich nur spärlich und nicht regelmässig, nämlich *P. canadensis*[1]) (Jacky l. c. (+); Klebahn, Kulturv. VIII. 352

[1]) Die Synonymik dieser Pappeln ist verwirrt. *P. canadensis* Moench ist nach Koch, Dendrologie 491 = *monilifera* Ait., nach den Index Kewensis = *balsamifera* L. Bei Britton und Brown ist *P. monilifera* Ait. = *carolinensis* Moench.(!) = *deltoides* Marsh., bei Bailey, Cyclopedia *P. deltoides* Marsh. = *canadensis* Moench = *monilifera* Ait.

(—); IX. 690 (+); X. 42 [26] (+)); *P. nigra* L. (Jacky l. c. (+); Klebahn VIII (—); IX (+); X (+)); *P. balsamifera* L. (Jacky l. c. (—); Klebahn VIII (+); IX (—); X (+); *P. italica* Ludw. (Klebahn X (+)). Bei meinen Versuchen wurden die erhaltenen Uredosporen mikroskopisch kontrolliert und als nicht zu *Mel. populina,* dem gewöhnlichen Pilze dieser Pappelarten, gehörig erkannt. Im Freien scheint *Mel. Rostrupii* auf einer dieser Arten noch nicht beobachtet zu sein.

In Bezug auf den von einigen Autoren gebrauchten Namen *Mel. aecidioides* (DC.) Schroet. mag hier bemerkt sein, dass unter den mir bekannten *Tremula*-Melampsoren keine vorhanden ist, die sich durch ein aecidienähnliches Aussehen der Uredolager von den anderen unterscheidet. Es wäre daher auch ganz willkürlich, diesen Namen für *M. Rostrupii* zu gebrauchen.

Melampsora Magnusiana.

Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 11. 1893. 49) sprach die Vermutung aus, dass das 1875 von ihm beschriebene *Caeoma Chelidonii* (*C. Chelidonii* Schwein. in Saccardo, Sylloge) auf *Chelidonium majus* L. zu einer *Melampsora* auf *Populus tremula* L. gehöre, konnte aber bei Versuchen seit 1887 nur über unbestimmte Versuchsresultate berichten. Sydow (Deutsch. Bot. Ges. 11. 1893. 234) teilte bald darauf mit, dass er schon 1891 und 1892 im Freien durch Auflegen von Blättern die Infektion in beiden Richtungen hervorgebracht habe. Das in Sydow, Uredineen 1892 Nr. 691 u. 692, sowie in Mycotheca Marchica Nr. 3547 u. 3548 herausgegebene Material soll von den bei diesen Versuchen infizierten Pflanzen entnommen sein.

Durch G. Wagner's Versuche (Oesterr. Bot. Zeitschr. 1896. 273) und dann besonders durch meine eigenen, die wiederholt und mit allen Vorsichtsmassregeln in beiden Richtungen ausgeführt wurden, ist dieser Wirtswechselfall als zweifellos richtig festgestellt worden. Diese letzteren Untersuchungen (Klebahn, Kulturv. VI. 335 [11]; VII. 144 [30]; VIII. 348; IX. 688; XI. 20) brachten ausserdem folgende Resultate:

1. *Mel. Magnusiana* ist eine selbständige Art, aber in der Uredo- und Teleutosporengeneration von *M. Rostrupii* gar nicht, von *M. Larici-Tremulae* nur sehr wenig verschieden (vgl. *M. Larici-Tremulae,* Satz 4).

2. *Mel. Magnusiana* kann mit der (in Nordwestdeutschland) weit häufigeren *M. Larici-Tremulae,* mitunter auch mit *M. Rostrupii* gemischt vorkommen.

3. *Mel. Magnusiana* infiziert ausser *Pop. tremula* leicht *P. alba* L. und wahrscheinlich auch *P. canescens* Sm. (*alba* × *tremula*), dürfte aber

Pop. nigra, canadensis, balsamifera, pyramidalis nur ausnahmsweise befallen. Ein spärlicher positiver Erfolg wurde bisher nur auf *P. nigra* erhalten (IX. 690). *Mel. Klebahni* Bubák muss vielleicht mit *Mel. Magnusiana* vereinigt werden.

Melampsora Klebahni Bubák.

F. Bubák (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 9. 1899. 26) beobachtete in Mähren *Caeoma Fumariae* Lk. auf *Corydalis cava* Schw. und *solida* Sm. in der Nachbarschaft von *Populus Tremula* L. und erzog durch Aussaat der Caeomasporen auf *Pop. Tremula* Uredo- und Teleutosporen allerdings im Freien und ohne besondere Vorsichtsmassregeln, aber an einer Stelle, wo zwei Jahre hindurch auf *P. tremula* kein Pilz vorhanden gewesen war. Die Rückinfektion ist noch nicht ausgeführt worden.

Bubák ist nicht sehr geneigt, die *Tremula*-Melampsoren als voneinander verschiedene Arten anzusehen. Für die neu aufgestellte *M. Klebahni* scheint es allerdings, dass diese Ansicht berechtigt ist. Bei Versuchen mit *Mel. Magnusiana* von Hamm bei Hamburg machte ich 1903 auch zwei Aussaaten auf *Corydalis solida* Sm. und erhielt beide Male Spermogonien und Caeomalager. Die Versuche waren etwas reichlich spät ausgeführt worden, so dass eine Weiterkultur der Pilzes nicht möglich war. Die Versuche machen es aber sehr wahrscheinlich, dass *Caeoma Fumariae* und *C. Chelidonii* ein und derselbe Pilz sind, und dies ist nicht so sehr auffällig, da *Chelidonium* und *Corydalis* derselben grösseren oder zwei sehr nahe verwandten kleineren Familien angehören.

Nach Plowright (Gard. Chron. 9. 25. 1891. 525) kommt bei Kings Lynn (England) eine *Melampsora* auf *Pop. tremula* vor, die weder auf *Larix*, noch auf *Pinus*, noch auf *Mercurialis* ihr Caeoma bildet. Weiteres ist darüber noch nicht bekannt geworden. Auf *Chelidonium* und *Corydalis* wurde dieselbe noch nicht geprüft.

Das gegenseitige Verhältnis der auf *Populus tremula* lebenden Pilze mag durch die folgenden Übersichten noch besser erläutert sein.

1. Ergebnisse der morphologischen Untersuchung und der vergleichenden Messungen.

Melampsora pinitorqua: Caeomasporen 14—20 : 13—17; Uredosporen 15—22 : 11—16, Wände mitunter gequollen; Paraphysen 40 bis 50 : 12—17, Köpfe länglich; Teleutosporen 20—35 : 7—11 μ.

Mel. Larici Tremulae: Caeomasporen 14—17 : 12—16; Uredosporen 15—22 : 10—15; Paraphysen 40—45 : 8—17, Köpfe länglich; Teleutosporen 40—60 : 7—12 μ.

Mel. Rostrupii: Caeomasporen 13—20 : 12—16; Uredosporen 18 bis 25 : 14—18; Paraphysen 50 : 15—23, Köpfe rundlich; Teleutosporen —.

Mel. Magnusiana: Caeomasporen 17—22 : 12—16; Uredosporen 17—24 : 12—18; Paraphysen 40—50 : 14—22, Köpfe rundlich; Teleutosporen 40—50 : 7—10 μ.

Mel. Klebahni (nach Bubák): Caeomasporen 19—27 : 10—22: Uredosporen 20—28 : 15—20; Paraphysen 44—57 : 13—16; Teleutosporen 40—60 μ.

In Bezug auf die Caeomasporen ist noch zu bemerken, dass dieselben bei allen *Melampsora*-Arten von sehr gleichmässigem Bau sind, und dass sie sich von den Aecidiosporen der Gattungen *Coleosporium, Cronartium, Pucciniastrum, Melampsoridium* leicht unterscheiden. Charakteristisch ist, dass die ziemlich dicke Membran nur in einer ganz dünnen äussersten Schicht Warzenstruktur zeigt, im übrigen aber völlig homogen ist. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten beschränken sich auf die Farbe und Grösse der Sporen und die makroskopische Ausbildung der ganzen Lager.

2. Erfolg der Aussaaten auf verschiedene Pappelarten bei den bisherigen Versuchen.

Aussaat von **Melampsora**	brachte Erfolg auf **Populus** *tremula*	*alba*	*balsamifera*	*nigra*	*italica*	*canadensis*
pinitorqua . . .	+!	+	—	—	—	—
Larici-Tremulae	+!	+	sw.	—	—	—
Rostrupii . . .	+!	+	sw.	sw.	s. sw.	s. sw.
Magnusiana . .	+!	+	—	s. sw.	—	—
Klebahni . . .	+!	.	.	.	.	.

Es bedeutet + stark, +! sehr stark, sw. schwach, s. sw. sehr schwach, — gar nicht infiziert, . nicht untersucht. — Die vorstehenden Ergebnisse dürften durch Wiederholungen der Versuche wohl noch etwas modifiziert werden, namentlich in Bezug auf *Mel. Magnusiana*. *Populus canescens* (*alba* × *tremula*) verhält sich ähnlich wie *P. tremula* oder *alba*. Am leichtesten geht ohne Zweifel *Mel. Rostrupii* auf die übrigen *Populus*-Arten über.

Melampsora-Larici-populina Kleb.

Hartig (Bot. Centralbl. 40. 1889. 310) erzog zuerst aus der *Melampsora* von *Populus nigra* L. ein Caeoma auf *Larix* und mittels der erhaltenen Caeomasporen die Uredo auf *Populus nigra* und *balsamifera* L.,

während *P. tremula* L. immun blieb. Weil aber nach Hartig's Versuchen auch die *Melampsora* auf *Populus tremula* (s. *Mel. Larici-Tremulae*) ein Caeoma auf *Larix* bildet, und weil es ihm gelang, die Uredo von *Populus nigra* direkt auf *P. tremula* (?, vgl. unten), ebenso die von *P. balsamifera* auf *P. nigra* zu übertragen (Bot. Centralbl. 46. 1891. 18), so vermutete Hartig, dass die drei Melampsoren auf den drei Pappelarten *P. nigra, P. balsamifera* und *P. tremula* identisch seien, und dass ihre Verschiedenheiten durch die Natur der Nährpflanzen bedingt würden.

Der Zusammenhang zwischen einem „*Caeoma Laricis*" und einer „*Melampsora populina*" wurde bestätigt für *Populus nigra* var. *pyramidalis* von E. Fischer (Entw. Unters. 89), für *P. nigra* von Jacky (Schweiz. Bot. Ges. 9. 1899 [25]). Beide Autoren stellen den Pilz noch zu *Mel. Laricis* Hartig.

Meine eigenen Untersuchungen ergaben nicht nur, dass die Pilze auf *Populus nigra* und ähnlichen Arten („*Melampsora populina*"), wie auch schon Schroeter (71. Jahresber. Schles. Gesellsch. 1893. 2. Abt. 32) behauptet hatte, von denen auf *Populus tremula* morphologisch sehr auffällig verschieden seien, sondern obendrein, dass bisher zwei ganz verschiedene Pilze mit dem Namen „*Mel. populina*" bezeichnet worden waren (Klebahn, Kulturv. VII. 1899. 141 [27]; X. 1902. 22 [6]; s. ferner VIII. 352 u. IX. 691).

Beide Pilze sind von der Gruppe der *Tremula*-Melampsoren durch die gestreckten, am oberen Ende glatten Uredosporen leicht zu unterscheiden; unter sich sind sie dadurch verschieden, dass der eine seine Teleutosporen auf der Oberseite, der andere sie auf der Unterseite der Blätter bildet, und dass die Teleutosporenmembran bei dem ersten am oberen Ende etwas verdickt ist, während sie bei dem zweiten keine Verdickung hat (Beschreibung und Abbildung Kulturv. VII und X). Wie weit es mir möglich war, festzustellen, welchen der Pilze die älteren Autoren vor sich gehabt haben, ist Kulturv. X. 24 [8] mitgeteilt.

Der Pilz mit den oberseitigen Teleutosporen ist derjenige, welcher Hartig und später Fischer und Jacky vorgelegen hat. Ich habe ihn als *Melampsora Larici-populina* bezeichnet.

Durch Aussaat der Sporidien auf *Larix* entstehen Caeomalager, deren Farbe auffallend gelb-orange ist (Kulturv. VII). Die Aussaat der Caeomasporen (Grösse 17—22 : 14—18) bringt auf *Populus tremula* (VII, IX), *alba* (IX) und *canescens (alba × tremula)* (X) keinen Erfolg, dagegen werden *Populus nigra* L. (VIII, IX), *P. canadensis* Moench (*monilifera* Ait.) (VIII, IX, X) und meist auch *P. balsamifera* L. (VIII

[+], IX [—], X [+]) leicht und reichlich infiziert, wobei es gleichgültig zu sein scheint, ob das Caeoma aus Teleutosporen von *Pop. nigra* oder von *P. canadensis* erzogen ist, und ein etwas schwächerer Erfolg tritt auf *Pop. italica* Ludw. ein (IX, X; Material von *P. canadensis*). Grösse der Uredosporen 30—40 : 13—17 μ.

Der von Hartig mit Uredo von *P. nigra* auf *P. tremula* erhaltene Erfolg beruht vermutlich auf einem Versuchsfehler; indessen halte ich es nicht für absolut unmöglich, dass *M. Larici-populina* unter besonderen Umständen auch auf *P. tremula* übergehen könnte, ohne auf dieser Pflanze zu einer ausgiebigeren Entwicklung zu kommen; dann müsste aber für die Sporen des auf *P. tremula* entstandenen Pilzes die charakteristische Beschaffenheit der Sporen von *M. Larici-populina* nachgewiesen werden. Selbstverständlich würde die durch die morphologischen Verhältnisse bebegründete spezifische Verschiedenheit der Pilze von *P. nigra* und *P. tremula* trotz eines etwaigen derartigen Übergehens bestehen bleiben.

Dass *Mel. Larici-populina* als Mycel oder im Uredozustande überwintern und daher des Wirtswechsels entbehren könnte, halte ich nicht für wahrscheinlich. Im VI. Kap., S. 46 sind Beobachtungen mitgeteilt, nach denen es scheint, dass selbst auf stark infizierten Pappeln keine Spuren des Pilzes zurückbleiben. Übrigens spricht auch die reichliche Teleutosporenbildung gegen eine Erhaltung des Pilzes durch die Uredogeneration (vgl. Kap. VI, S. 53 u. XVI, S. 184).

Der oben erwähnte Pilz mit den unterseitigen Teleutosporen ist *Mel. Allii populina.*

Melampsora Allii-populina Kleb.

In den Schriften Schroeter's findet sich an mehreren Stellen (Pilze 1. 1887. 363 u. 377; 71. Jahresber. Schles. Gesellsch. 1893. 32) die kurze Anmerkung, dass es dem Verfasser gelungen sei, durch Aussaat der *„Melampsora populina“* das *Caeoma Alliorum* Lk. zu erziehen. Nachdem der Zusammenhang von *„Mel. populina“* mit *„Caeoma Laricis“* sowie später der von *„Caema Alliorum“* mit *Melampsora Allii-Fragilis* nachgewiesen war, musste man die Beobachtung Schroeter's, auf die dieser Forscher selbst nicht sehr viel Wert zu legen schien, da er *Caeoma Alliorum* nicht mit *Mel. populina* vereinigte, für irrtümlich halten. Vermutlich hat Schröter später nur *Mel. Larici-populina* in die Hände bekommen und den Unterschied in der Ausbildung der Teleutosporen übersehen, denn er bezeichnet dieselben in der Kryptogamen-Flora (l. c.) als oberseitig.

An einem von O. Jaap bei Triglitz gesammelten Pilzmaterial auf *Populus nigra* mit unterseitigen Teleutosporen gelang es mir indessen 1901, zu zeigen, dass doch ein Zusammenhang zwischen einer Form von *Caeoma Alliorum* und einer Form von *Melampsora populina* besteht (Klebahn, Kulturv. X. 22 [6]). Nachdem die Aussaat der Sporidien auf *Larix* ohne Erfolg geblieben war, erhielt ich durch Aussaat auf *Allium ascalonicum* L. reichliche Spermogonien und Caeomalager. Bei späteren Aussaatversuchen (Kulturv. XI. 7) wurde ebenso reichlicher Erfolg erhalten auf *Allium Schoenoprasum* L., *Cepa* L. und *vineale* L., während auf *A. sativum* L. (schlechte Exemplare) und *A. ursinum* L. nur spärlicher Erfolg eintrat. Die Rückinfektion brachte auf *Populus nigra* L. und *balsamifera* L. reichlichen, auf *Pop. canadensis* Moench 1901 spärlichen, 1902 reichlichen, auf *Pop. tremula, alba* × *tremula, italica* und *Salix fragilis* gar keinen Erfolg. (Kulturv. X. 24 [8]; XI. 7).

Grösse der Caeomasporen 17—23 : 14—19 μ, die der Uredosporen 24—38 : 11—18 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. X.

Etwas auffällig waren ein Paar bei den Infektionsversuchen mit Caeomasporen auf *Salix pentandra* auftretende Pilzlager (XI. 7); doch dürften dieselben auf einer Fremdinfektion bei gleichzeitig vorgenommenen Versuchen mit *Mel. Allii-Fragilis* beruht haben. Bei abermaligen Aussaatversuchen blieben *S. pentandra* und *fragilis* pilzfrei, während gleichzeitig *P. balsamifera* infiziert wurde. Immerhin könnte es nicht allzusehr auffallen, wenn der Pilz ein gewisses Vermögen besässe, *Salix pentandra* zu infizieren, und dadurch eine vielleicht vorhandene nähere Verwandtschaft mit *Mel. Allii-Fragilis* bekundete. Dies ist weiter zu prüfen. Übrigens ist *Mel. Allii-populina* durch das Auftreten der Teleutosporen unter der Epidermis morphologisch von *Mel. Allii-Fragilis* (Tel. zwischen Epidermis und Cuticula) verschieden.

Die Vermutung Rathay's (Verh. zool.-bot. Ges. 31. 1882. 11), dass *Aecidium Clematidis* DC. Beziehungen zu *Melampsora populina* habe, dürfte sich nach dem voraufgehenden schwerlich bestätigen.

Die Melampsora auf *Populus laurifolia* Ledeb. stimmt im Bau der Uredosporen mit den beiden Arten von „*Mel. populina*“ überein. *Mel. Medusae* Thüm. (Bull. Newyork Torrey Bot. Club 6. 1878. 216; Mycoth. univ. 1132 und 1137) auf *Pop. angulata* Ait. (= *P. Medusa* Benth.) scheint dagegen eine selbständige Art zu sein (Kulturv. VII. 144 [30]).

Melampsora Amygdalinae Kleb.

Diese nicht wirtswechselnde Melampsora mag hier erwähnt sein, weil sie in Verbindung mit der Untersuchung der heteröcischen Formen

aufgefunden wurde, und weil sie als das einzige bisher bekannte Beispiel einer auf Salicaceen lebenden *Autoeu-Melampsora* ein besonderes Interesse in Anspruch nimmt. Sie könnte der Hypothese zur Stütze dienen, dass die Heterögie der Weiden-Melampsoren durch Auswandern der Aecidien von den Weiden zu Stande gekommen wäre, nicht durch Hinüberwandern der Teleutosporen auf die Weiden (vgl. Kap. XVI, S. 177).

Schon 1894 hatte ich mittels Teleutosporen von *Salix amygdalina* auf *Salix amygdalina* selbst einen Erfolg erhalten, der aber noch nicht zu sicheren Schlüssen führte (Klebahn, Kulturv. III. 75). Später, 1898, machte ich mit zwei verschiedenen Materialien vergebliche Aussaaten auf *Larix* (Kulturv. VII. 94 [18]). Im folgenden Jahre wurden abermals Versuche gemacht, und zwar mit einem Material, dass Herr H. Schütte bei Elsfleth an der Weser gesammelt hatte. Jetzt wurden auf *Salix amygdalina* L. selbst echte Caeomaaecidien mit Spermogonien erhalten; *Larix* blieb pilzfrei. Mittels der Caeomasporen gelang es, auf *S. amygdalina* reichliche, auf *S. pentandra* spärlichere Uredoentwickelung hervorzurufen. Immun blieben *S. fragilis* L., *alba* L., *alba* × *amygdalina*, *cinerea* L., *Capraea* L., *mollissima* (Kulturv. VIII, 352).

Neue Versuche wurden 1902 angestellt (XI. 4), um zu zeigen, dass der Pilz nicht neben der autöcischen Entwickelung noch eine heteröcische habe. Gut keimendes Material blieb ohne Erfolg auf *Galanthus nivalis, Allium vineale, Schoenoprasum, Ribes Grossularia, Larix decidua,* während auf *Salix amygdalina* und *pentandra* Spermogonien auftraten. Reife *Caeoma*-Lager wurden dieses Mal nicht erhalten. Es zeigte sich bei diesen Versuchen, dass die Kultur von *Salix amygdalina* in Töpfen mehr Schwierigkeiten macht als die anderer Weidenarten.

Morphologisch ist *Melampsora Amygdalinae* wie die nächstfolgenden Arten durch die länglichen, am oberen Ende glatten, im übrigen entfernt stachelwarzigen Uredosporen ausgezeichnet; die Masse derselben sind 19—32 : 11—15 μ. Die Teleutosporen bilden braune, oft die ganze Unterseite der Blätter überziehende Krusten und werden unter der Epidermis gebildet.

Das für die Caeomasporen der Gattung *Melampsora* Charakteristische ist bereits in der Zusammenstellung unter den *Tremula*-Melampsoren mitgeteilt worden. Grösse der Caeomasporen von *M. Amygdalinae* 18—23 : 14—19 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VIII.

Anmerkung: Ausser *Mel. Amygdalinae* sind noch *M. Euphorbiae dulcis* Otth und *M. Helioscopiae* (Pers.) Cast. nach Dietel (Forstl.-naturw. Zeitschr. 9. 1895) autöcische Eumelampsoren, während nach Jacky (Schweiz. Bot. Ges. 9. 1899. [27]) *M. Helioscopiae* eine *Hemimelampsora* sein soll. Nach Gobi (Rostpilze Gouv. St. Petersb. 103) ist auch *M. Hypericorum* (DC.) Schroet. autöcisch, aber eine *Melampsoropsis;* ihre Uredo soll das Caeoma sein und eigentliche Uredosporen

nicht gebildet werden. Dasselbe scheint für *M. Sancti Johannis* Barcl. zu gelten (Dietel, Uredinales 45). *M. vernalis* Niessl (zu *Caeoma Saxifragae* nach Plowright, Gard. Chron. 8. 1890. 41 und Dietel, l. c.) kann dagegen hier nicht genannt werden, weil sie nach Magnus (Deutsch. Bot. Ges. 16. 1898. 384) eine *Thecopsora* ist (mit Caeoma-Aecidien?).

Melampsora Larici-Pentandrae Kleb.

Derselbe Gedankengang, der mich veranlasste, *Melampsora Larici-Capraearum* (s. diese) auf *Larix decidua* Mill. auszusäen, führte gleichzeitig zur Anstellung desselben Versuchs mit einer in den moorigen Gebieten nördlich von Hamburg auf *Salix pentandra* L. verbreiteten *Melampsora*, und es wurde ein *Caeoma* auf *Larix decidua* erhalten, das sich durch seine tiefgelbe Farbe von dem zu *Mel. Larici-Tremulae* und *Larici-Capraearum* gehörenden auffällig unterschied (Klebahn, Kulturv. VI. 1897. 330 [6]). Mittels der auf *Larix* entstandenen Caeomasporen wurde *Salix pentandra* leicht infiziert, während *S. amygdalina* L. immun blieb. Bei den Wiederholungen des Versuchs in den folgenden Jahren gelang es, auch auf *Salix fragilis* L. (Kulturv. VII. 137 [23]; X. 38 [22]) einen schwachen und auf *S. fragilis* × *pentandra* einen stärkeren Erfolg hervorzurufen, *S. alba* L., *amygdalina* L. und *amygdalina* × *viminalis* blieben pilzfrei (IX. 686; X. 38 [22]). Auch *Larix sibirica* Ledeb. wurde mittels der Sporidien erfolgreich infiziert (Kulturv. X. 38 [22]).

Die Teleutosporen entstehen auf der unteren Seite der Blätter unter der Epidermis. Uredosporen wie bei *M. Amygdalinae*, 26—44 : 12—16 μ. Caeomasporen 18—26 : 13—20 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VI.

Melampsora Allii-Salicis albae Kleb.

Die *Melampsora* auf *Salix alba* L. erwies sich als morphologisch von den nächst verwandten Formen verschieden und wurde daher als besondere Art angesprochen, ohne dass es zunächst gelingen wollte, durch Aussaaten auf eine grosse Zahl von Caeomawirten den Wirtswechsel aufzufinden (Klebahn, Kulturv. IX. 1901. 677).

Später (1901) stellte ich fest, dass auch diese *Melampsora*, ebenso wie *Mel. Allii-Fragilis* und *M. Allii-populina*, mit einer Form von *Caeoma Alliorum* Lk. in Verbindung steht (Kulturv. X. 1902. 19 [3]; XI. 1903. 9). Es gelang, auf *Allium vineale* L., *Schoenoprasum* L. (1901 +, 1902 —), *ursinum* L., *Porrum* L. (1901) und *Cepa* L. Spermogonien und Caeomalager zu erhalten, wobei allerdings die schwache und langsame Entwickelung auffällig war. Die Rückinfektion hatte nur auf *Salix alba* Erfolg, und zwar auf den beiden Formen *vitellina* L. und *argentea* hort., nicht auf *S. fragilis*, *S. alba* × *amygdalina* und *S. alba* × *fragilis*. Auch die Entwickelung der Uredolager ging bei diesen Versuchen nur spärlich von statten.

Mel. Allii-Salicis albae ist im Stande, ohne Vermittlung der Teleutosporen und des Aecidiums zu überwintern. Ich erhielt Rindenstückchen mit Uredolagern, von Herrn E. Lemmermann bei Bremen am 30. April und 14. Mai 1900 gesammelt. Diese Infektionsstellen, auf älterer Rinde, können nicht im Frühjahr entstanden sein und müssen also überwintert haben. Im Frühjahr 1903 erhielt ich reichliches Material ähnlicher Rindenuredolager auf *S. alba vitellina*, die Herr K. Rechnungsrat Oertel bei Sondershausen gesammelt hatte. Aussaat der Sporen dieses Materials auf *Salix alba vitellina* brachte eine sehr reichliche Infektion hervor, die gegenüber der schwachen Infektion, die ich durch das Caeoma von *Allium* erhalten hatte, sehr auffiel. Man kann daher vermuten, dass die Überwinterung im vorliegenden Falle für die Erhaltung des Pilzes eine grössere Rolle spielt als der Wirtswechsel. Genauere Untersuchungen darüber, wie diese Rindeninfektionen zustande kommen (vermutlich so lange die Rinde nur von Epidermis bedeckt ist), und wie lange sie sich halten, müssten noch ausgeführt werden.

Die Teleutosporen werden in kleineren Gruppen, selten grössere Flecken bedeckend, auf beiden Blattseiten unter der Epidermis gebildet. Uredosporen wie bei *M. Amygdalinae*, 20—36 : 11—17 μ; Caeomasporen 17—26 : 15—18 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. IX u. X.

Melampsora Allii-Fragilis Kleb.

Für eine von Herrn O. Jaap (Hamburg) in der Prignitz gesammelte *Melampsora* auf *Salix fragilis* L. gelang es mir 1900 nach einer grösseren Zahl von Aussaatversuchen auf verschiedenen Caeomawirten festzustellen, dass sie mit dem *Caeoma Alliorum* Lk. in genetischem Zusammenhange steht. Die Infektionen wurden in beiden Richtungen gemacht, auf *Allium vineale* L. und *A. sativum* L. wurde Caeoma erhalten, die Rückinfektion gelang ausser auf *Salix fragilis* L. auf *S. fragilis* × *pentandra*. Vielleicht wird auch *S. alba* × *fragilis* infiziert (Klebahn, Kulturv. IX. 1901. 671).

Später ergab sich, dass das hierher gehörige *Caeoma* nicht die einzige Form von *Caeoma Alliorum* sei (vgl. *Mel. Salicis albae* und *Mel. Allii-populina*), und dass eine morphologisch gleiche *Melampsora* mit *Caeoma Galanthi* in Verbindung steht (s. *Mel. Galanthi-Fragilis*).

Durch weitere Versuche wurde festgestellt, dass das Caeoma auch auf folgenden *Allium*-Arten gebildet werden kann: *All. Schoenoprasum* L., *Cepa* L., *ascalonicum* L., *ursinum* L., spärlich auf *All. Porrum* L. Erfolglos blieb die Aussaat auf *All. Moly* L., ebenso auf *Galanthus nivalis* L. (Kulturv. X. 18 [2]).

Die Uredo- und Teleutosporen entwickeln sich auch leicht auf *S. pentandra* L. (X. 18 [2]; XI. 7), während *S. alba, amygdalina, alba* × *amygdalina, amygdalina* × *viminalis* (X) und *Populus nigra* (XI. 7) nicht infiziert werden. Mit *S. alba* × *fragilis* sind neue Versuche wünschenswert. Der negative Ausfall der Aussaat auf *Populus nigra* spricht gegen die Identität mit *Mel. Allii-populina.*

Die Teleutosporen werden zwischen Epidermis und Cuticula vorwiegend auf der Oberseite, aber auch auf der Unterseite der Blätter gebildet. Uredosporen wie bei *M. Amygdalinae*, 22—33 : 13—15 μ; Caeomasporen 18—25 : 12—19 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. IX.

Melampsora Galanthi-Fragilis Kleb.

In dem Bericht über einen Vortrag Schroeter's (71. Jahresber. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kult. 1893. 32) findet sich folgende Stelle: „Ungenau sind noch die *Salix*-Melampsoren bekannt. Von einer der- „selben, welche auf *Salix fragilis (Mel. Vitellinae)* lebt und sich durch „besonders lange, denen der *Melampsora populina* ähnliche Sporen aus- „zeichnet, fand Schroeter, dass sie ihr Caeoma auf *Galanthus nivalis* bilde."

Nach längeren vergeblichen Bemühungen gelang es mir 1901, durch Herrn Prof. Th. Schube in Breslau Material des *Caeoma Galanthi* (Ung.) Schroet. von Sadewitz nahe Canth bei Breslau zur Nachprüfung der Angabe Schroeter's zu erhalten (Klebahn, Kulturv. X. 1902. 27 [11]). Mittels der Caeomasporen wurde *Salix fragilis* L. erfolgreich infiziert, *S. amygdalina* und *amygdalina* × *viminalis* blieben pilzfrei. Mittels der Uredosporen von *S. fragilis* konnten *S. pentandra* und *S. fragilis* × *pentandra* infiziert werden, *S. amygdalina, alba* × *fragilis* und *amygdalina* × *viminalis* blieben pilzfrei. Die Heranzucht reiner Teleutosporen gelang noch nicht. Mittels der im Freien gesammelten Teleutosporen (Sadewitz, leg. Schube) wurden ausser Spermogonien und Caeomalagern auf *Galanthus nivalis* L. gleichzeitig solche auf *Allium vineale* L. erhalten (Kulturv. XI. 5). Hieraus wird nicht auf Identität der *Melampsora Galanthi-Fragilis* mit *Mel. Allii-Fragilis* zu schliessen sein, sondern auf eine Mischung der beiden Pilze, denn *Mel. Allii-Fragilis* bringt auf *Galanthus* keinen Erfolg hervor (Kulturv. IX. 672; X. 18 [2]; XI. 6).

Mittels der auf *Galanthus nivalis* erhaltenen Caeomasporen wurden *Salix fragilis* und *S. pentandra* leicht und reichlich infiziert.

Melampsora Galanthi-Fragilis ist morphologisch *Mel. Allii-Fragilis* gleich. Grösse der Uredosporen 25—38 : 12—16 μ, der Caeomasporen 17—22 : 14—19 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. X.

Melampsora Larici-Capraearum Kleb.

Nachdem ich mit der bei Hamburg auf der Oberseite der Blätter von *Salix Capraea* L. weit verbreiteten *Melampsora* mehrfach vergebliche Versuche gemacht hatte, auf *Evonymus europaea* L. das Caeoma hervorzurufen (vgl. *Mel. Evonymi-Capraearum*), veranlasste mich das Verhalten der *Coleosporien* und der Melampsoren auf *Populus tremula* und *Betula*, eine Aussaat auf *Larix decidua* Mill. zu versuchen (Klebahn, Kulturv. VI. 1897. 326 [2]). Diese hatte den erwarteten Erfolg. Die Versuche wurden in den nächsten Jahren mehrfach mit gleichem Erfolge wiederholt, auch mit einem aus England stammenden, von Plowright übersandten Material (Kulturv. VII. 138 [24]; VIII. 373; IX. 685); später gelang es, auch *Larix occidentalis* Nutt. zu infizieren (X. 39 [23]). Bei den Rückinfektionsversuchen wurde *Salix Capraea* stets leicht infiziert, auf *S. aurita* L. brachte es der Pilz nur zu einer spärlichen Entwickelung, *S. cinerea* L. scheint ganz immun zu sein, ebenso *S. viminalis* L. (VII).

Von Jacky (Schweiz. Bot. Ges. 9. 1899 [25]) wurde die Aussaat der Teleutosporen von *Salix Capraea* auf *Larix* mit Erfolg wiederholt.

Von den übrigen als Wirte der *„Mel. farinosa“* angegebenen Weiden [*S. cinerea* L., *dasyclados* Wimm. (= *Smithiana* Willd. γ *acuminata* (Sm.) DC.), *longifolia* Host, *reticulata* L., *amygdaloides* Anders., *cordata* Mühl., *discolor* Mühl., *flavescens* Nutt. (?), *glauca* L. (?), *humilis* Marsh., *nigra* Marsh., *rostrata* Rich., *tristis* Ait., *Uva Ursi* Pursh usw.] dürften kaum noch viele als Wirte der *Mel. Larici-Capraearum* in Betracht kommen.

Mel. Larici-Capraearum ist auf *Salix Capraea* in der Umgegend Hamburgs einer der verbreitetsten Rostpilze. Uredolager findet man bereits im Sommer, anfangs vereinzelte grosse, die man erst nach langem Suchen entdeckt, später zahlreiche kleinere, die mitunter die ganze Unterseite der Blätter bedecken. Wenn im Spätherbst Teleutosporen gebildet werden, nimmt der Pilz anscheinend noch bedeutend an Ausbreitung zu. Durch die auf der Oberseite gebildeten, anfangs gelben, später durch braunrot in dunkelbraun übergehenden Teleutosporenlager wird das Laub der ergriffenen Sträucher in eigentümlicher Weise verfärbt. Auf den am Boden liegenden Blättern keimen die Teleutosporen schon sehr zeitig im Frühjahr.

Ausser auf *S. Capraea* habe ich den Pilz im Freien bisher nur auf *S. aurita* gefunden, nur sehr selten und nur in kleinen spärlichen Lagern, mit denen bisher keine Versuche ausgeführt werden konnten.

Melampsora Larici-Capraearum hat wie die folgenden Arten rundliche, entfernt stachelwarzige Uredosporen ohne glatte Stelle, ihre Grösse ist 14—21 : 13—15 μ. Die Grösse der Caeomasporen beträgt 15—25 : 12—17 μ. Die Teleutosporen werden zwischen Epidermis und Cuticula und ausschliesslich auf der Blattoberseite gebildet. Charakteristisch ist die von einem auffälligen Keimporus durchbrochene starke Verdickung der Teleutosporenwand am oberen Ende. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VI.

Melampsora Abieti-Capraearum Tubeuf.

v. Tubeuf (Centrabl. f. Bact. 2. Abt. 9. 1902. 241) schreibt über *Caeoma Abietis pectinatae* Reess: „Mit demselben führte ich erfolgreich Infektionsversuche auf *Salix Capraea* aus, welche auch die Uredo- und Teleutosporen des *Caeoma Laricis* trägt. Am betreffenden Platze, wo sehr viel Tannen-Caeoma vorkommt, ist der Weidenpilz massenhaft vorhanden. Er ist nach Klebahn's Vorgehen nunmehr *Melampsora Abieti-Capraearum* zu nennen."

Ob der Pilz morphologisch mit *Mel. Larici-Capraearum* übereinstimmt, hat v. Tubeuf noch nicht mitgeteilt.

Melampsora Ribesii-Viminalis Kleb.

Über den Zusammenhang des *Caeoma confluens* (Pers.) Schroet. mit einer Weiden-*Melampsora* veröffentlichte Rostrup (Oversigt K. Danske Vidensk. Selsk. Forh. 1884. 13) folgende kurze Notiz: „Eine andere, auf „*Salix mollissima, viminalis* und anderen Weidenarten auftretende *Melam-* „*psora,* welche zum Teil unter *M. Hartigii* Thümen einbegriffen ist, hat „ihre Aecidiumform in *Caeoma* Ribesii Lk." (Vgl. auch Tidsskr. f. Skovbrug 6. 205. 1883.) Der Entdecker dieses Wirtswechsels ist P. Nielsen (Rostrup, Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren. 1889. 249).

Infolge der zu unbestimmten Angaben — v. Thümen's *M. Hartigii* ist obendrein eine nicht wieder zu erkennende Art — fand Rostrup's Mitteilung wenig Beachtung und wurde nicht bestätigt.

Mir war bereits 1889 eine *Melampsora* auf *Salix viminalis* L. mit oberseitigen Teleutosporen aufgefallen, die ich damals als *M. epitea* (Kze. et Schm.) bestimmte (Klebahn, Abh. nat. Ver. Bremen 11. 1890. 336). Später habe ich sie genauer beschrieben und Versuche angestellt (Kulturv. VII. 89. [13]). Sie schien nach diesen Versuchen mit *Caeoma Laricis* in Verbindung zu stehen, doch bestätigte sich dies nicht, weil das Caeoma die oberseitigen Teleutosporen nicht reproduzierte; die Infektion der Lärchen war die Folge einer Beimengung der weit verbreiteten *Mel. Larici-epitea*

(s. diese) gewesen. Die Versuche im Jahre 1899 ergaben den Zusammenhang mit *Caeoma confluens* (Pers.) Schroet. = *C. Ribesii* Lk. (Klebahn, Kulturv. VIII. 363). Die Infektionen fanden wiederholt in beiden Richtungen statt, die epiphyllen Teleutosporen wurden durch die von *Caeoma confluens* ausgehende Infektion reproduziert.

Das Caeoma wurde erhalten auf *Ribes Grossularia* L., *rubrum* L., *nigrum* L. (VIII. 363), *alpinum* L., *aureum* Pursh (IX. 662). Auf *R. aureum* und *nigrum* war der Erfolg schwächer; auf *R. sanguineum* Pursh entstanden nur Spermogonien (IX. 662).

Die Uredo- und Teleutosporen entwickelten sich stets leicht auf *Salix viminalis* L., aber nur auf dieser Art; es wurde kein Erfolg erhalten auf *S. Capraea* L., *aurita* L., *cinerea* L., *Smithiana* Willd. (*Capraea* × *viminalis*), *aurita* × *viminalis*, *purpurea* × *viminalis* (*rubra* Huds., fälschlich als *mollissima* bezeichnet), *amygdalina* × *viminalis* (*hippophaëfolia* Thuill.), *amygdalina* L., *alba* L. *argentea* hort., *fragilis* L. (VIII. 365), *dasyclados* Wimm. (IX. 662), *daphnoides* Vill. (XI. 16). Auch auf *Salix purpurea* L. wurde bei Anwendung reinen Materials kein Erfolg erhalten (IX. 662; XI. 16); der Erfolg von 1899 (VIII. 365) erklärt sich dadurch, dass verschiedene im Freien gesammelte Materialien ausgesät worden waren, und dass ausser *M. Ribesii-Viminalis* noch andere *Melampsora*-Arten mit *Caeoma confluens* in Verbindung stehen (s. *M. Ribesii-Purpureae* und *Ribesii-Auritae*). Auf welche dieser Formen sich die Angaben Rostrup's beziehen, geht aus seinen Publikationen nicht hervor.

Mel. Ribesii-Viminalis ist, wie schon angedeutet, dadurch charakterisiert, dass sich die Teleutosporen auf der Blattoberseite bilden, und ferner dadurch, dass dieselben zwischen Epidermis und Cuticula entstehen. Die Membran zeigt keine auffälligen Verdickungen. Die Uredosporen gleichen denen von *M. Larici-Capraearum*, Grösse 15—19 : 14—16 μ. Caeomasporen 18—23 : 14—17 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VIII.

Melampsora Larici-epitea Kleb.

Nachdem ich den Zusammenhang der Melampsoren auf *Salix Capraea* L. und *S. pentandra* L. mit *Caeoma Laricis* nachgewiesen hatte, lag es nahe, auch die Melampsoren der übrigen Weidenarten in Bezug auf einen Zusammenhang mit Lärchencaeoma zu prüfen. Mittels Teleutosporen der Blattunterseite von *Salix viminalis* L., *S. aurita* L. *S. cinerea* L. und einer hybriden Weide, die höchst wahrscheinlich *S. hippophaëfolia* Thuill. ist, gelang es 1898, auf *Larix decidua* Mill. Caeoma hervorzurufen (Klebahn, Kulturv. VII. 1899. 26 [12]).

Die mit den Caeomasporen vorgenommenen Rückinfektionsversuche sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt; dieselbe enthält ausserdem (Serie 14—17) die Versuche mit *Mel. Larici-Daphnoides.*

Ursprung der Caeomasporen von:	*viminalis* L.	*aurita* L.	*cinerea* L.	*cinerea tricolor*	*Capraea* L.	*hippophaëfolia* Th.	*daphnoides* Vill.	*acutifolia* Willd.	*fragilis* L.	*purpurea* L.	*aurita* × *viminalis*	*Capraea* × *viminalis*	*purpurea* × *viminalis*	*Smithiana* Willd.	*dasyclados* Wimm.	Kulturversuche
1. *viminalis*	+!	+	+	.	+	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	VII. 91 [15]
2. „	+!	—	.	(+)	—	+!	(+)	(+)	—	—	+!	(+)	(+)	—	—	IX. 683
3. „	+!	+	+	.	+	(+)	(+)	(+)	.	.	.	.	.	.	.	X. 36 [20]
4. „	.	+	+	.	+	.	(+)	.	.	?	.	.	.	(+)	(+)	„
5. „	+!	(+)	+	+!	(+)	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	XI. 12
6. *cinerea*	+	+	.	.	+	+	.	.	—	.	.	.	.	.	.	VII. 91 [15]
7. „	(+)	+!	.	+!	.	+!	.	.	(+)	(+)	.	.	—	.	.	VIII. 371
8. „	+	+!	.	+!	+	+!	(+)	(+)	—	(+)	+	(+)	.	+	(+)	IX. 683
9. „	(+)	.	+!	.	.	.	(+)	+	.	.	.	.	(+)	.	.	X. 36 [20]
10. „	(+)	+!	+!	+!	(+)	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	XI. 12
11. *aurita*	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	VII. 92 [16]
12. *hippophaëfolia*	+	.	.	.	.	+	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	VII. 93 [17]
13. „	+	+	.	.	+	+	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	„
14. *daphnoides*	(+)	—	—	.	—	—	+!	.	—	.	.	.	.	.	.	VIII. 356
15. „	(+)	—	.	—	—	(+)	+	+!	.	.	.	.	.	.	.	X. 35 [19]
16. „	(+)	—	.	—	—	(+)	+	+!	.	.	.	.	.	.	.	„
17. „	—	(+)	.	(+)	.	—	+!	+!	.	.	.	.	.	.	.	XI. 13.

Es bedeutet +! reichlich infiziert, + mässig infiziert oder überhaupt infiziert, (+) spärlich oder nur in Spuren infiziert, — gar nicht infiziert. Die Serien 2 und 8 sind unter möglichst gleichen Bedingungen, aber mit verschiedenen Versuchsindividuen in den beiden Serien ausgeführt. In Serie 5 und 10 wurden verschiedene Teile desselben Exemplars der Versuchspflanzen gleichzeitig mit den beiden verschiedenen Pilzmaterialien besät, so dass die Infektion und die Entwickelung des Pilzes unter so gleichmässigen Bedingungen stattfand, wie solche überhaupt zu erreichen sind. Es lassen sich daraus die folgenden Schlüsse ziehen:

1. Die im Freien auf *Salix viminalis* L., *cinerea* L., *aurita* L. und *hippophaëfolia* Thuill. vorkommenden Melampsoren von Epitea-Typus, welche Larix infizieren, gehören derselben Spezies an.

2. Der Pilz vermag auch *Salix Capraea* L. und schwächer *Salix acutifolia* Willd. und *daphnoides* Vill. zu infizieren, findet sich aber auf diesen Weiden im Freien wahrscheinlich nicht oder selten. Eine sehr schwache und unsichere Infektion wurde auf *Salix fragilis* L. und *purpurea* L. erhalten. Dass die zwischen den genannten Arten stehenden Hybriden befallen werden, kann nicht auffallen; in Bezug auf das Verhalten derselben wären aber weitere Versuche erwünscht.

3. Gar nicht infiziert wurden *Salix amygdalina, alba, pentandra, longifolia, nigricans* (nicht in der Tabelle erwähnt).

4. Die von verschiedenen Weidenarten entnommenen Materialien verhalten sich in ihrem Infektionsvermögen gegen die Hauptnährpflanzen der Spezies nicht unerheblich verschieden, so dass auf eine beginnende oder schon mehr oder weniger fortgeschrittene Spezialisierung geschlossen werden muss. Von *Salix viminalis* herstammende Pilze infizieren *Salix cinerea* (und *aurita*) weniger gut, von *Salix cinerea* herstammende infizieren *Salix viminalis* meist ziemlich schwach. Vgl. hierzu auch das in Kap. XV, S. 156 bereits Gesagte.

Durch ihre Pleophagie tritt *Mel. Larici-epitea* in Gegensatz zu den übrigen Weidenmelampsoren, die meist nur einen oder nur wenige sehr nahe verwandte Wirte befallen. Auf Grund der Spezialisierung kann man aber vermuten, dass sich auch aus *M. Larici-epitea* im Laufe der Zeit Formen von beschränkterem Infektionsvermögen herausbilden werden. Ein Pilz, der *Mel. Larici-epitea* sehr nahe steht und sich höchst wahrscheinlich von derselben abgezweigt hat, ist *Mel. Larici-Daphnoides.* Man kann zweifeln, ob es berechtigt ist, denselben als selbständige biologische Art anzusehen.

Mel. Larici-epitea ist in Nordwestdeutschland eine der verbreitetsten Melampsoren; man findet ihre Teleutosporen im Spätherbst in manchen Jahren fast auf jedem Exemplar ihrer Nährpflanzen. Diese starke Vermehrung und Verbreitung findet im Sommer und Herbst erst nach und nach statt, so dass sie wohl mit einer Infektion von den Lärchen aus vereinbar scheint. Dennoch kann man die Frage erwägen, ob gelegentlich eine andere Art der Erhaltung des Pilzes während des Winters vorkommt (vgl. *Mel. Allii-Salicis albae*).

Morphologisch charakterisiert sich *Mel. Larici-epitea* durch die runden, entfernt stachelwarzigen Uredosporen ohne glatte Stelle (12—25 : 9—19 μ) und die auf der Blattunterseite unter der Epidermis gebildeten Teleutosporen, deren Membran keine besondere Verdickung zeigt. Die Sporen auf den verschiedenen Nährpflanzen sind in der Grösse etwas verschieden. Gegenüber den folgenden Arten sind morphologische Unter-

schiede kaum vorhanden. Grösse der Caeomasporen 15—21 : 10—18 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VII.

Melampsora Larici-Daphnoidis Kleb.

Eine in der Nähe der Veddel bei Hamburg von Herrn O. Jaap auf *Salix daphnoides* Vill. aufgefundene *Melampsora* brachte beim Aussaatversuch auf *Larix decidua* Mill. *Caeoma* hervor (Klebahn, Kulturversuche VIII. 1900. 356). Bei den Rückinfectionsversuchen wurde *Salix daphnoides* schnell und reichlich, *S. viminalis* L. langsam und spärlich infiziert, *S. cinerea* L., *S. aurita* L., *S. Capraea* L. und andere blieben immun. Aus diesem Verhalten und der wenig abweichenden Gestalt der Uredosporen wurde geschlossen, dass der vorliegende Pilz von *Mel. Larici-epitea* (s. diese) verschieden sei.

Bei späteren Wiederholungen der Versuche mit Materialien von derselben und von andern Lokalitäten ergab sich zwar im wesentlichen dasselbe Resultat, doch insofern eine Abweichung, als auch auf *Salix aurita* L. und *cinerea* L. *tricolor* ein allerdings spärlicher Erfolg erhalten wurde. Ausserdem fand sich, dass *Salix acutifolia* Willd., und zwar in der Regel kräftiger als *S. daphnoides* von dem Pilze infiziert wird. Diese Versuchsresultate sind in die unter *Mel. Larici-epitea* befindliche Tabelle mit eingetragen worden.

Melampsora Larici-Daphnoidis erscheint daher als eine biologische Art oder vielleicht nur Form, die sich von *Mel. Larici-epitea* abgezweigt und nach einer bestimmten Richtung hin weiter entwickelt hat. In morphologischer Beziehung besteht fast vollständige Übereinstimmung mit der letztgenannten. Die Grösse der Uredosporen beträgt 16—23 : 12—14 μ, die der Caeomasporen 17—21 : 12—16 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VIII.

Inbezug auf die wirkliche Verschiedenheit der beiden Pilze ist der Umstand bemerkenswert, dass das in den beiden Versuchsserien Nr. 3 und Nr. 15 verwendete Material von zwei nur wenige Schritte voneinander entfernten Büschen stammte.

Das Mycel eines auf *Salix „pruinosa“* (wird als Synonym von *S. acutifolia* und von *S. daphnoides* angegeben) lebenden Pilzes, den Hartig als *Mel. Hartigii* Thüm. bezeichnet, über dessen Stellung aber gegenwärtig kein sicheres Urteil möglich ist, dringt durch die Blattstiele bis in die Rinde vor (Hartig, Lehrb. d. Baumkrankh. 1882. 61). Vielleicht ist dadurch eine Überwinterung ermöglicht. Vgl. *Mel. Allii-Salicis albae.*

Melampsora Ribesii-Purpureae Kleb.

Mittels einer von Herrn O. Jaap bei Triglitz in der Prignitz auf *Salix purpurea* L. gesammelten *Melampsora* gelang es mir 1900, auf *Ribes Grossularia* L. und *alpinum* L. Caeomaaecidien, auf *R. sanguineum* Pursh wenigstens Spermogonien hervorzurufen (Klebahn, Kulturv. IX. 1901. 664). Später (mit Material von Triglitz, Hamburg und Jena) wurden auch auf *Ribes aureum* Pursh und *sanguineum* Caeomaaecidien erhalten (Kulturv. X. 32 [16]). *Ribes rubrum* und *nigrum* wurden nicht infiziert (IX, X).

Bei den Rückinfektionsversuchen wurde auf *Salix purpurea* L. stets reichlicher Erfolg erhalten (Kulturv. IX, X; XI. 17). Ausserdem wurde *S. purpurea* × *viminalis* (= *rubra* Huds., von der Baumschule unter dem Namen *mollissima* geliefert) ziemlich reichlich (IX, X) und *S. daphnoides* Vill. schwächer infiziert (X). Als zweifelhaft sind ein paar auf *S. aurita* L. und *viminalis* L. (X) erhaltene Uredolager zu bezeichnen. Pilzfrei blieben *S. cinerea* und in den meisten Fällen *S. aurita* und *viminalis*.

Morphologisch entspricht *Mel. Ribesii-Purpureae* der *Mel. Larici-epitea;* jedoch werden die Teleutosporen auf beiden Blattseiten gebildet. Von *M. Ribesii-Viminalis* unterscheiden sich *M. Ribesii-Purpureae* und *M. Ribesii-Auritae* dadurch, dass die Teleutosporen unter der Epidermis entstehen. Grösse der Uredosporen 15—23 : 14—19 μ, Grösse der Caeomasporen 15—23 : 12—19 μ. Beschreibung und Abbildung Kulturv. IX.

Melampsora Ribesii-Auritae Kleb.

Mittels eines im Holsteinischen auf *Ribes nigrum* L. gesammelten *Caeoma confluens* gelang es mir 1900, *Salix aurita* L. zu infizieren, während *S. viminalis* L. immun blieb. Die Uredosporen konnten erfolgreich auf *S. cinerea* L. (?) und *S. Capraea* L. übertragen werden, nicht auf *S. viminalis* und *S. purpurea* L. (Klebahn, Kulturv. IX. 1901. 668). Mittels der durch diese Versuche auf *Salix aurita* erhaltenen Teleutosporen gelang es 1901 nur, einige Spermogonien auf *Ribes nigrum* zu erziehen (Kulturv. X. 31 [15]).

Durch Versuche vom Sommer 1902 wurde die Existenz und die Selbständigkeit des Pilzes sichergestellt (Kulturv. XI. 15). Mittels der Teleutosporen von *Salix aurita* erhielt ich auf *Ribes alpinum* L. und *Grossularia* L. reichliche, auf *R. nigrum* L. nur wenige Caeomalager, *R. rubrum* blieb pilzfrei. Die Rückinfektion gelang auf *Salix aurita* L. reichlich, auf *S. Capraea* L., *cinerea* L. und *cinerea tricolor* schwach. *S. daphnoides, purpurea* und *purpurea* × *viminalis* blieben pilzfrei,

ein vereinzeltes Uredolager auf *S. viminalis* war wohl die Folge einer Fremdinfektion.

In morphologischer Beziehung entspricht *Melampsora Ribesii-Auritae* der *M. Larici-epitea*. Die Grösse der Uredosporen beträgt 16—20 : 14—18, die der Caeomasporen 17—24 : 15—20 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. IX.

Melampsora Evonymi-Capraearum Kleb.

Über den Wirtswechsel des *Caeoma Evonymi* (Gmel.) Tul. veröffentlichte Rostrup (Overs. Vid. Selsk. Forh. 1884. 13) folgende Notiz: „Durch mehrere Aussaatversuche, die von P. Nielsen angestellt und „von mir — 1879 und folgende Jahre — wiederholt wurden, ist nach- „gewiesen, dass die auf *Salix cinerea* und *Capraea* häufige *Melampsora* „*Capraearum* DC. ihre andere Generation in dem längst bekannten „*Caeoma Evonymi* (Mart.) hat.“ Ähnliche Notizen auch in Rostrup, Tidsskrift for Skovbrug 6. 205. 1883 und Katalog over Kulturplanter, angrebne of parasitiske Svampe, udstillede i Sundsvall 1882.

Versuche von Plowright (Brit. Ured. 238) und mir (Kulturv. II. 13; V. 337), durch Aussaat keimender Teleutosporen Rostrup's Angaben zu bestätigen, schlugen fehl, weil, wie sich später zeigte, auf *Salix cinerea* L. und *Capraea* L. mehrere Rostpilze leben und der in Betracht kommende nicht der häufigste ist.

Nachdem ich auch durch Aussaat von Caeomasporen (Kulturv. VI. 329 [5]; VII. 139 [25]) nicht zu befriedigenden Resultaten gekommen war, gelang es mir endlich, neben einem *Evonymus*-Busche, auf welchem *Caeoma* vorhanden gewesen war, auf *Salix cinerea* L. die richtigen Teleutosporen anzutreffen. Die Infektionen wurden dann 1899 in beiden Richtungen mit Erfolg ausgeführt (Klebahn, Kulturv. VIII. 1900. 358). Mit den erhaltenen Teleutosporen wurden im nächsten Jahre die Versuche noch einmal mit Erfolg wiederholt (Kulturv. IX. 687). Als Wirte der Uredo- und Teleutosporengeneration kommen danach in erster Linie *Salix cinerea* L. und *S. aurita* in Betracht. *Salix Capraea* L. wird schwächer infiziert und scheint den Pilz im Freien nicht zu tragen. Auf *S. cinera* × *viminalis* erhielt ich einmal Erfolg (VIII), ein anderes Mal nicht (IX). Völlig pilzfrei blieben *S. viminalis, purpurea* (VIII, IX), *hippophaëfolia, alba, fragilis, amygdalina* (VIII), *aurita* × *viminalis* (IX).

Bemerkt sei noch, dass das oben erwähnte, im Freien gesammelte Material infolge einer Beimischung der weit verbreiteten *Mel. Larici-epitea* (s. diese) auch *Larix decidua* Mill. infizierte.

Melampsora Evonymi-Capraearum ist in morphologischer Beziehung *M. Larici-epitea* fast gleich. Die Grösse der Uredosporen beträgt 14—19 : 14—17, die der Caeomasporen 18—23 : 14—19 μ. Beschreibung und Abbildung Kulturv. VIII.

Melampsora alpina Juel.

E. Jacky (Schweiz. Bot. Ges. IX. 1899. [2]) beobachtete am Corbassière-Gletscher in Wallis ein Caeoma auf *Saxifraga oppositifolia* L. in Begleitung von *Salix herbacea* L. und *S. serpyllifolia* L. Auf den in Bern weiter kultivierten Rasen mit diesen drei Pflanzen entwickelte sich bald darauf Uredo auf *S. herbacea* und im nächsten Jahre trat Caeoma auf *Saxifraga* auf. Aussaatversuche mit überwinterten Teleutosporen schlugen fehl, anscheinend weil die Sporen nicht keimten. Dagegen gelang die Infektion von *Salix herbacea* mittels der Caeomasporen mehreremale. *Salix serpyllifolia* trug im Freien auch eine Uredo, wurde aber bei den Versuchen nicht infiziert.

Uredo- und Teleutosporen passen nach Jacky genau zu der Beschreibung, die Juel (Öfv. Vet.-Akad. Förh. 1894. 417) von *Mel. alpina* gibt.

Melampsora Orchidi-Repentis (Plowr.).

Plowright (Gard. Chron. 8. 1890. 41; Journ. Roy. Hort. Soc. 12. 1890. CIX; Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1. 1891. 131) fand, dass die Sporen des *Caeoma Orchidis* (Mart.) Wint. von *Orchis maculata* L. auf *Salix repens* L. Uredo erzeugen, und erhielt durch Aussaat der Teleutosporen auf *Orchis maculata* L. wieder Caeoma. *Salis viminalis* L. und *S. Capraea* L. blieben immun. Durch Aussaat der Caeomasporen von *Orchis latifolia* L. auf *Salix repens* L. habe ich Plowright's Angabe bestätigt. Gleichzeitig wurde auch *Salix aurita* L. infiziert (Klebahn, Kulturv. VIII. 1900. 369).

Von den auf *Orchis militaris* L., *O. sambucina* L., *Ophrys muscifera* L., *Platanthera chlorantha* Custer, *Gymnadenia conopea* L., *Listera ovata* L. angegebenen Caeomaaecidien werden wenigstens einige mit dem von *Mel. Orchidi-Repentis* identisch sein.

Melampsora Orchidi-Repentis gehört demselben Typus an wie *M. Larici-epitea.* Die Uredosporen weichen nur wenig ab, Grösse 13—17 : 12—14 μ. Caeomasporen 15—20 : 11—15 μ. Abbildung und Beschreibung Kulturv. VIII.

Alphabetisches Verzeichnis

der wirtswechselnden Rostpilze und ihrer experimentell festgestellten Nährpflanzen.

Nährpflanzen, die nicht sicher festgestellt sind oder nur schwach infiziert werden, sind in Klammern gesetzt; in Bezug auf diese ist der Text zu vergleichen. Die beigefügten Zahlen geben die Seiten im Texte an. I bedeutet Aecidien, II Uredo-, III Teleutosporen. Einige nicht wirtswechselnde oder erst in einer Generation bekannte Pilze sind angeschlossen.

Anhang.

Verzeichnis der Aecidien.

Alphabetisches Verzeichnis der Nährpflanzen

und der experimentell festgestellten, auf denselben lebenden wirtswechselnden Rostpilze.

Die beigefügten Zahlen geben die Seiten im Texte an.